

REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE
MINISTERE DE L'ENSEIGNEMENT SUPERIEUR ET DE LA RECHERCHE SCIENTIFIQUE
UNIVERSITE ABDERRAHMANE MIRA-BEJAIA

**FACULTE DE TECHNOLOGIE
DEPARTEMENT D'HYDRAULIQUE**

MEMOIR DE MAGISTERE

PRESENTE POUR L'OBTENTION DU DIPLOME DE MAGISTERE EN
HYDRAULIQUE

OPTION : HYDRAULIQUE GENERALE

Thème

Etude comparative des méthodes d'évaluation d'indicateur et des critères de performance des systèmes d'assainissement urbain

Présenté par :

Mr : BOUZIDI Abderrahmane Abdelkader
Ingénieur d'état en hydraulique urbain

Devant le jury composé de :

Mr. BRAHAMI Malek	Professeur	Université de Bejaia	Président
Mr. CHERARED Marzouk	Professeur	Université de Bejaia	Rapporteur
Mr. MAZA Mustapha	M.C.A	Université de Bejaia	Examineur
Mr. BIRMAD A.Malek	M.C.A	Ecole National Polytechnique	Examineur

2011-2012

Remerciements

Au Terme de ce travail, je remercie avant tout mon encadreur Mr. Marzouk CHERRARED de sa disponibilité, surtout sa patience, ses conseils très précieux durant toute la durée de cette étude.

Je remercie tous les membres de jury : M^{er} BRAHIMI Malek (président du jury), M^{er} MAZA Mustapha (examineur) et M^{er} BERMAD A.Malek (exaüinateur) qui ont sacrifié leur temps pour examiner et juger mon travail.

Je remercie également tous les membres du laboratoire de recherche « Hydraulique appliquée et environnement », en particulier Abbes BENZERRA.

Je remercie tous les enseignants du département hydraulique, et en particulier Mr. A.hamid SAOU et Mr. Ali BRAKSI.

Je remercie le responsable du service d'exploitation de l'ONA à Bejaia, Mr. OUATHMEN ainsi que le responsable du centre de l'ONA de la commune de Bejaia, Mr. Yacine DJEROUD de m'avoir accueilli dans leurs bureau durant toute la période du projet. Mes sincères remerciements aussi à monsieur le chef du service d'assainissement de l'APC de Bejaia, Mr OURARI, les discussions que j'ai eu avec lui, était très enrichissante.

Je remercie tous les postes graduant qui ont partagé avec moi cette expérience dans le domaine de la recherche, en particulier à Nordine AZOUNE et Azdine GHILI, sans oublié, A.Allah OUIDIRE et Koucayala Bouzidi, présent tout le temps qu'a duré ce mémoire.

DEDICACE

A la mémoire de mon oncle Sassi.

A la mémoire de mes grands-mères : Imma Tata, Imma Tima.

A mon père et ma mère

A mes frères et sœurs et leurs familles

A toute la famille BOUZIDI Vava Hamou

A ma deuxième famille MAXYES

ACT, ENERGY PROSPECT

Sommaire

Introduction générale	1
CHAPITRE I : Problématique de l'assainissement en Algérie	4
I-1. Introduction	4
I-2. Le système d'assainissement	5
I-2.1 Définition	5
I-2.2. Les composants d'un système d'assainissement :	5
I-2.3. Information entre les trois sous-systèmes.....	6
I-2.4. L'environnement et le système d'assainissement urbain.	7
I-3. La problématique de l'assainissement en Algérie.....	7
I-3.1. Les problèmes liés à l'assainissement.	8
I-3.2 Les problèmes de l'assainissement en algérie.....	8
a) Les réalisations	8
b) Les problèmes d'inondations.	10
c) Santé publique et contamination humaine.	10
d) Problème de pollution de l'environnement.	11
e) Une approche institutionnelle inadéquate.	13
f) Législation, règle et norme.....	14
g) Financement.	15
I-4 Conclusion.	16
CHAPITRE II : Développement durable et les Indicateurs de performances....	17
II-1) Etude bibliographique et état actuel des connaissances	17
II-1.1) Le développement durable	17
II-1.2) Historique.....	18
II-1.3) Les piliers du développement durable.....	19
II-1.4) L'assainissement entre développements durable et méthode classique.	20
II-2) Méthode d'appréciation de la durabilité des systèmes d'assainissement.	21
II-2.1) Méthode d'ACV analyse du cycle de vie.....	21
a) Définition.....	21
b) Les étapes de la méthode ACV.	22
c) Les avantages et les inconvénients.....	23
II-2.2) Approche basées sur l'utilisation des indicateurs.	23
A) Définition des indicateurs.....	23
b) Fonction des indicateurs.....	24

c) Objectifs des indicateurs.....	24
d) Construction des indicateurs.....	25
d.1) Critères de sélection	25
e) Démarche de construction d'un indicateur de performance.....	26
f) Mode d'évaluation des indicateurs.....	26
g) Cadre de construction des indicateurs.....	26
g.1) Le modèle Pression-Etat-Réponse.....	26
g.2) Modèle Force motrice - État – Réponse.....	27
g.3) Modèle Force motrice-Pression-État-Impact-Réponse.....	28
II-2 3) Bilan des travaux réalisé sur la durabilité des systèmes d'assainissement urbain.....	29
II-3) Le système d'assainissement dans le cadre du développement durable- cas de l'Algérie.....	29
II-3.1) Les objectifs de la durabilité des systèmes d'assainissement.....	30
a) Santé et sécurité.....	30
b) Environnement.....	30
c) Economie.....	30
d) Société.....	30
II-3.2) Faisabilité du développement durable en Algérie.....	30
II.4) Conclusion.....	31
CHAPITR III : Méthodologie d'évaluation de la durabilité	32
III.1) Introduction.....	32
III.2) Objectifs de durabilités	33
III.2.1) Préserver la santé, l'hygiène et la sécurité des usagers et du personnel	33
III.2.2) Améliorer la qualité de la gestion économique et les modalités de financement	33
III.2.3) Améliorer l'aspect institutionnel en matière d'assainissement urbain ..	34
III.2.4) Protéger l'environnement du système d'assainissement	34
III.2.5) Protéger la qualité structurelle du système d'assainissement.....	34
III.2.6) Assurer la qualité d'exploitation du réseau	35
III.2.7) Assurer le bon fonctionnement du système d'assainissement	35
III.3) Principes et critères de base.....	37
III-3-1) Préservez la santé, l'hygiène et la sécurité des usagers et de personnel (PSHS).....	38
III-3-1-1) Préserver la santé, l'hygiène et la sécurité des usagers (PSHSU)....	41
a) Introduction.....	41
b) Aspect réglementaire :.....	41

c)	Situation de l'Algérie en matière des maladies à transmission hydrique	42
d)	Critère C ₁ : Réduire les contaminations par les eaux usées	42
e)	Les causes de contamination	43
f)	Quelques maladies d'origine hydrique :	43
g)	Critère C ₂ : Réduire les nuisances olfactives.	44
III-3-1-2)	Préserver la santé, l'hygiène et la sécurité du personnel (PSHSP)	46
a)	Aspect réglementaire	46
b)	Critère C ₃ protéger le personnel contre les maladies au contact des eaux usées.	47
c)	Critère C ₄ Réduire le nombre d'accident de travail.	48
a)	Prévention technique collective.	48
b)	Prévention individuel.	48
c)	Formation-Information-Sensibilisation	48
III-3-2)	Objectif O ₂ : Avoir un cadre institutionnel compétent en matière des systèmes d'assainissement urbain (CICSAU).	49
a)	Gestion et contrôle des infrastructures hydrauliques :	49
b)	Des établissements de gestion et de contrôle inefficaces.	51
c)	Assurer une gestion par un service spécialisé dans l'assainissement urbain (SSAU)	52
d)	Efficacité institutionnelle des systèmes d'assainissement urbain (EISAU)	52
III-3-3)	Présentation synthétiques des indicateurs retenus.	54
III-4)	Les indicateurs et le mode de calcul de leurs performances.	57
III-4-1)	Préservez la santé, l'hygiène et la sécurité (PSHS).	57
III-4-2)	Avoir un cadre institutionnel compétent en matière des systèmes d'assainissement urbain (CICSAU).	65
III-5)	Proposition d'une méthodologie d'évaluation de Performances des objectifs retenus	84
III-5-1)	Définition du SA à étudier.	84
III.5.2	Les principes de la méthodologie proposée	84
a)	Définition et élaboration des éléments d'évaluation de performance :	84
b)	Traitement et exploitation de données disponibles :	84
c)	Méthode de calcul des performances :	84
d)	Mode d'appréciation de performance (qualitatifs, quantitatifs, ou binaire)	84
e)	Méthode d'interprétation des performances :	85
III-5-3)	Les éléments d'évaluation de la performance.	85
III.5.4	Méthode de calcul de la performance globale.	86
III.5.4.1.	L'approche performanciale.	87

III.5.4.2. Echelle de performance.	88
III.5.4.3. Calcul de la performance globale.	88
III.5.4.3.1) Agrégation.	88
III.5.4.3.2. Le choix des coefficients de pondération.	90
III.5.4.3.3) Détermination des coefficients de pondération.....	92
III.5.4.3.3-1) Evaluation de la performance par la Méthode AHP.....	92
a) Hiérarchisation des indicateurs par importance.	92
b) Comparaison des indicateurs par importance.	93
c) Détermination des poids associés à chaque indicateur.	93
d) Vérification de la consistance du résultat.	94
e) Exemple d'application :.....	95
III.5.4.3.3-2) Evaluation de la performance par la Méthode de pondération Technique du jeu de cartes.....	96
a) Description de la méthode :.....	96
b) Principe de la technique des jeux de cartes	97
III.5.4.3.3-3) Evaluation de la performance par la Méthode de pondération proposée.....	99
a) Description de la méthode :.....	99
III.5.5) Représentation graphique des résultats :	99
III.6) Organigramme générale de la méthodologie proposée et adoptée.	100
III.7) Conclusion.....	102
CHAPITRE IV : Application sur un cas réel	103
IV-1) Présentation du site d'étude (1 ^{ER} PARTIE).....	104
IV-1-1) Présentation de Bejaia (données générales)	104
IV-1-2) Présentation du réseau d'assainissement de la commune de Bejaia .	105
a) L'office national d'assainissement (ONA) :	106
b) La Direction des ressources en eau :.....	108
c) Service d'assainissement de l'APC :.....	108
IV-1-3) Indicateurs, valeurs et discussion	110
IV-1-3-1) Préservez la santé, l'hygiène et la sécurité (PSHS)	110
1) Indicateur de performance I ₁ : Taux annuel de contamination des usagers dû aux réseaux d'assainissement	110
2) Indicateur de performance I ₂ : Nombre de jour par an de nuisance olfactive.	110
3) Indicateur de performance I ₃ : Taux annuel de contamination du personnel au contact des eaux de réseaux d'assainissement	111
4) Indicateur de performance I ₄ : Taux annuel de vaccination.....	111

5) Indicateur de performance I ₅ : Taux de personnel formé a la sécurité.	112
6) Indicateur de performance I ₆ : Taux annuel d'accident de travail.....	112
7) Indicateur de performance I ₇ : Taux de personnel équipé contre	112
IV-1-3-2) Avoir un cadre institutionnel compétent en matière des systèmes d'assainissement urbain (CICSAU).....	113
1) Indicateur de performance I ₈ : Existence d'un service spécialisé en assainissement.....	113
2) Indicateur de performance I ₉ : Existence d'une institution de contrôle technique d'assainissement.....	113
3) Indicateur de performance I ₁₀ : Indice de connaissance des installations d'assainissement	113
4) Indicateur de performance I ₁₁ : Taux de renouvellement du réseau d'assainissement.	114
5) Indicateur de performance I ₁₂ : Le taux de points noir ou Nombre de points du réseau de collecte nécessitant des interventions fréquentes de curage par km de réseau.	115
6) Indicateur de performance I ₁₃ : Nombre de jour de dysfonctionnement de la STEP	115
7) Indicateur de performance I ₁₄ : Taux de réclamations.....	115
8) Indicateur de performance I ₁₅ : Le délai moyen de réponse à une plainte ou réclamation I ₁₅	116
9) Indicateur de performance I ₁₆ Taux d'efficacité du service de traitement des plaintes	117
10) Indicateur de performance I ₁₇ : Existence d'un service ou budget sur l'information et la sensibilisation.	117
11) Indicateur de performance I ₁₈ : Obtention de la certification iso ou La performance selon le critère management environnemental.....	117
12) Indicateur de performance I ₁₉ : Obtention de la certification iso 9001	118
IV-1-4) Les résultats par la méthode AHP :	120
4-1) Préserver la santé, l'hygiène et la sécurité des usagers et du personnel.....	120
4-1-1) Les poids :.....	120
a) Le poids des indicateurs :	120
Vérification de la consistance du résultat.	122
b) Le poids des critères :.....	123
c)Le poids des sous objectifs :.....	124
4-1-2) les résultats	124
a) Représentation en colonne des indicateurs	126
b) Représentation en colonne des critères :.....	126

c) Représentation en colonne des sous objectifs Sob 1 et Sob 2	126
d) L'objectif Préserver la santé, l'hygiène et la sécurité	127
4-2) Avoir un cadre institutionnel compétent en matière des systèmes d'assainissement urbain (CICSAU).....	127
4-2-1) Les poids :.....	127
a) Le poids des indicateurs :	127
b) Le poids des critères :	128
c) Le poids des sous objectifs :.....	129
4-2-2) les résultats	129
a) Représentation en colonne des La performance des indicateurs.....	129
b) Représentation en colonne des critères :.....	130
c) Représentation en colonne des sous objectifs.....	130
d) L'objectif Avoir un cadre institutionnel compétent en matière des systèmes d'assainissement	131
IV-2) Présentation du site d'étude (2 ^{eme} PARTIE).....	132
IV-2-1) Description de la méthode des cartons :	132
Exemple d'application	133
IV-2-2) Description de la méthode proposée (méthode de la moyenne arithmétique):	133
IV-2-2) les résultats	135
2-1-1) Les critères.....	135
a) Préserver la santé, l'hygiène et la sécurité	135
b) Avoir un cadre institutionnel compétent en matière des systèmes d'assainissement urbain.....	135
2-1-2) Représentation en colonne des performances des sous objectifs.....	136
2-1-3) Représentation en colonne des performances des objectifs 1 et 2	136
2-1-3) Représentation en radar des critères c_7 , c_8 et c_9	137
IV-3) Conclusion	139
Conclusion générale	140
Bibliographie	142
Annexe	145

Liste des tableau

Tableau 1 : Evolution des populations urbaines et rurales par grandes zones naturelles selon le scénario prospectif	8
Tableau 2 : Etat du réseau d'assainissement de quelque wilaya, source mre 2006	9
Tableau 3 : Taux d'incidence des MTH au niveau national en 1/100.000 habitant	11
Tableau 4 : Rejets urbain de quelque port algérien	12
Tableau 5 : situation de quelque ville côtière d'Algérie vis-à-vis de station d'épuration.....	13
Tableau 6: Proposition d'objectifs et d'actions associés pour un DD des SA Algériens.	36
Tableau 7 : Répartition géographique de certaines maladies à Transmission hydrique.	39
Tableau 8 : objectifs et critères retenus.....	40
Tableau 9 : Incidence des MTH 1 /100000 [BADRANI et al., 2003]	43
Tableau 10 : Effet du H ₂ S sur l'homme [SOURCE : Revue l'Eau, l'Industrie, les Nuisances].....	45
Tableau 11 : Sous objectif et critères retenus pour le l'Objectif 2.	53
Tableau 12 : Objectif santé, l'hygiène et la sécurité des usagers.....	54
Tableau 13 : Objectif cadre institutionnel compétent en matière des systèmes d'assainissement urbain.	55
Tableau 14 : Attribution de performance selon l'échelle [BONIERBALE, 2004].....	59
Tableau 15 : Classe de performance de I ₂	60
Tableau 16 : Classe de performance de I ₄	62
Tableau 17: Classe de performance d'I ₁₀	67
Tableau 18 : Classe de performance de I ₁₁	69
Tableau 19 : Classe de performance pour l'indicateur I ₁₂	71
Tableau 20 : Règles expertes reliant une situation à la performance du système vis-à-vis de l'indicateur management environnemental.	76
Tableau 21 : performance du système vis-à-vis de l'indicateur management environnemental.	77
Tableau 22 : Performance du système vis-à-vis de l'indicateur gestion de qualité.....	78
Tableau 23 : synthèse des indicateurs et méthode de calcul pour l'objectif « Préservez la santé, l'hygiène et la sécurité	79
Tableau 24 : synthèse des indicateurs et méthodes de calcul pour de l'objectif « cadre institutionnel compétent en matière des SAU ».....	80
Tableau 25 : synthèse des indicateurs et méthodes de calcul pour de l'objectif « cadre institutionnel compétent en matière des SAU » (suite).....	81
Tableau 26 : Echelle d'importance entre les indicateurs.	93
Tableau 27 : valeur de coefficient R _i	95
Tableau 28 : Exemple de valeurs pour les indicateurs.....	95
Tableau 29 : Exemple de classement des cartons.	97
Tableau 30 : Transformation de rangs en poids.	98
Tableau 31 : population de la commune de Bejaia (APC, 2011).	105
Tableau 32 : Nombre de personnes atteintes par des MTH (source DSP).....	110
Tableau 33 : les distances et les taux de renouvellement du réseau.	114
Tableau 34 : performance de l'indicateur de taux de réclamation (source ONA)	116
Tableau 35 : Échelle de performance de l'indicateur de taux de réclamation.	116
Tableau 36 : Performance de l'indicateur le temps de réponse a une plainte (source ONA).	116
Tableau 37 : Échelle de Performance de l'indicateur I ₁₅	116
Tableau 38 : performance de l'indicateur de taux d'efficacité de traitement de plaintes (source ONA).....	117
Tableau 39 : Échelle performance de l'indicateur de taux d'efficacité de traitement de plaintes.	117
Tableau 40 : Récapitulation des différentes valeurs des indicateurs et leurs performances	119
Tableau 41 : Tableau jugement des valeurs des indicateurs I ₁₀ , I ₁₁ , I ₁₂ et I ₁₃	121
Tableau 42 : Tableau Transcription des valeurs du tableau de jugement	121

Tableau 43 : Les poids des indicateurs de l'objectif 1.....	123
Tableau 44 : Les poids des critères de l'objectif 1.	124
Tableau 45 : Les poids des sous objectif 1 et 2.....	124
Tableau 46 : Récapitulatif des résultats suivant la méthode AHP	125
Tableau 47: les poids des indicateurs de l'objectif 2.	128
Tableau 48 : les poids des critères de l'objectif 2.	129
Tableau 49 : les poids des sous objectif 1 et 2.....	129
Tableau 50 : Matrice Des Poids Des indicateurs $I_{10}, I_{11}, I_{12}, I_{13}$ suivant la méthode des cartons.	133

Liste des figures

Figure 1 : archétype de l'organisation d'un système complexe (assainissement).....	6
Figure 2 : Eaux usées rejetées directement dans la mer (Oran).....	12
Figure 3 : Coût des dommages par catégorie économique en % du PIB	15
Figure 4 : Piliers du développement durable	20
Figure 5 : L'assainissement entre politique classique et développement durable.....	21
Figure 6 : Les étapes de la méthode ACV.	22
Figure 7 : Le modèle Pression-Etat-Réponse [OCDE 93]	27
Figure 8 : Les principales causes d'échec lors de l'évaluation au moyen d'indicateur.....	28
Figure 9 : Schéma récapitulatif des objectifs recensés et des deux retenus	37
Figure 10 : Schéma récapitulatif des objectifs et critères retenus	40
Figure 11 : Organigramme de la mission d'hydraulique	50
Figure 12 : schéma général des objectifs recensés et des deux retenus	56
Figure 13 : Représentation de la performance de l'indicateur I ₂	60
Figure 14 : Performance de l'indicateur I ₄ de taux de vaccination.....	62
Figure 15 : graphe de la Performance de l'indicateur I ₅	63
Figure 16 : graphe de la Performance de l'indicateur I ₆	64
Figure 17 : Performance de l'indicateur I ₇	65
Figure 18 : Graphe de la Performance de l'indicateur I ₁₀	68
Figure 19 : Graphe de la Performance de l'indicateur I ₁₁	69
Figure 20 : Performance de l'indicateur Obtention de la certification ISO 14001.	77
Figure 21 : Performance de l'indicateur Obtention de la certification iso 9001.....	79
Figure 22 : Hiérarchisation de l'objectif Ob1 : Préserver la santé, l'hygiène et la sécurité.....	82
Figure 23 : Hiérarchisation de l'objectif O2 : Améliorer l'aspect institutionnel en matière d'assainissement.	83
Figure 24 : Les éléments de l'évaluation de la performance globale.	86
Figure 25 : Principe de la méthode d'évaluation des performances.	87
Figure 26 : Organigramme de la méthodologie de l'étude.	101
Figure 27 : Organigramme de fonctionnement de la DRE de Bejaia.	108
Figure 28 : organigramme de fonctionnement de la divisions technique de Bejaia.....	109
Figure 29 : Représentation en colonne des performances des indicateurs du sous objectif 1.	126
Figure 30 : Représentation en colonne des performances des critères C ₁ , C ₂ , C ₃ et C ₄	126
Figure 31 : Représentation en colonne des performances des sous objectifs 1et 2.	126
Figure 32 : Résultat de la performance de l'objectif Préserver la santé, l'hygiène et la sécurité.	127
Figure 33 : Représentation en colonne des performances des indicateurs du sous objectif 2.	129
Figure 34 : Représentation en colonne des performances des critères de C ₅ ,C ₆ ,C ₇ , C ₈ et C ₉	130
Figure 35 : Représentation en colonne des performances des sous objectifs 1et 2.	130
Figure 36 : Résultat de la performance Avoir un cadre institutionnel compétent en matière des systèmes d'assainissement urbain.....	131
Figure 37 : Représentation en colonne des performances des critères C ₁ , C ₂ , C ₃ et C ₄ selon les trois méthodes.....	135
Figure 38 : Représentation en colonne des performances des critères de C ₅ ,C ₆ ,C ₇ , C ₈ et C ₉ avec les trois méthodes.	135
Figure 39 : Représentation en colonne des performances des sous objectifs selon les différentes méthodes.....	136
Figure 40 : Représentation en colonne des performances des objectifs 1 et 2 selon les différentes méthodes.....	136
Figure 41 : Représentation en radar des critères 7 ,8 et 9 avec les différentes méthodes.	137

Liste des abréviations

- APC : Assemblé populaire communal.
- CICSAU : Cadre institutionnel compétent dans les systèmes d'assainissement urbain.
- DO : Déversoir d'orage.
- DD : Développement Durable.
- DHW : direction d'hydraulique de la wilaya.
- DRE : Direction des ressources en eau.
- DVRD : Direction voiries et réseaux divers (APC de Bejaia).
- EISAU : Efficacité institutionnelle des systèmes d'assainissement urbain.
- EqH : la quantité journalière de pollution produite en moyenne par un habitant
- I_i : Indicateur i .
- MER : Ministère des ressources en eau.
- MTH : Maladies à transmission hydrique.
- OCDE** : Organisation de coopération et de développement.
- ONA : Office national de l'assainissement.
- O2 : Objectif 2
- O1 : Objectif 1
- IFEN** : Institut Français de l'Environnement.
- ISO : International Organization for Standardization
(Organisation internationale de normalisation)
- P : Performance.
- PNAE-DD : Plan nation d'actions pour l'environnement et le développement durable
- PSHSU : Préservez la santé, l'hygiène et la sécurité des usagers.
- PSHSP : Préservez la santé, l'hygiène et la sécurité du personnel.
- PSHS : Préservez la santé, l'hygiène et la sécurité.
- SA : Système d'assainissement.
- SAU : Système d'assainissement urbain.
- STEP : Station d'Epuration.
- SP : Station de pompage.
- SSAU : Service spécialisé en assainissement urbain.
- P_i : Performance i .
- W_i : Poids de l'indicateur i .
- W_{ci} : Poids du critère i .
- W_{sobi} : Poids du sous objectif i .

Introduction générale

L'accroissement de la densité de la population mondiale, suivi d'une accélération de l'urbanisation des villes et les problèmes qu'ils ont engendrés, ont poussé l'homme à penser au futur et au présent qui va bâtir ce futur. Une nouvelle vision d'ensemble doit être trouvée, non seulement comment vivre, mais aussi comment bâtir. Ceci l'incite à prendre en considération des changements qui doivent être opérés et apportés par de nouvelles réflexions, de ce qu'est aujourd'hui et de ce que sera demain. Le DD est le fruit de cette réflexion.

La ville moderne, en tant que système, peut être décomposée en plusieurs sous systèmes primaires (santé, énergie, télécommunication...) qui doivent évoluer avec cette nouvelle vision. Le réseau d'assainissement, comme toute autre réseau qui compose le tissu urbain, est appelé lui aussi à changer de cap et passer de l'idée d'un système hygiéniste à un autre concept encore plus large, qui doit faire face à des enjeux environnementaux, tout en tenant compte des aspects des qualités de vie des citoyens et de la croissance économique.

En Algérie, le choix des pouvoirs publics, avec la planification centralisée, a vite montré ses limites, surtout à moyen et à long termes, où la politique classique du système d'assainissement ne suffit plus à gérer et à relever les nouveaux défis de l'urbanisation moderne. Il faudrait dépasser le stade des constats répétitifs et passer à une politique plus concrète, ce qui s'est traduit par le choix de l'état d'opter pour une nouvelle politique appelée « politique du développement durable » en adaptant la nouvelle stratégie d'environnement à travers le PNAE-DD (plan national d'actions pour l'environnement et le développement durable). Des travaux sur la performance d'un système d'assainissement, selon des objectifs associés au développement durable, ont été entrepris en Algérie, au sein du laboratoire d'Hydraulique Appliquée et d'Environnement de l'université A. Mira de Bejaia (UAMB). Cherrared et son équipe ont pu spécifier sept (07) objectifs de développement durable. Ces derniers sont détaillés dans le troisième chapitre de ce mémoire.

Au-delà de la définition des objectifs à atteindre dans le cadre du développement durable, il est nécessaire de choisir une méthodologie d'évaluation adéquate pour nous permettre d'atteindre la quantification des objectifs retenus. La méthode doit être intégrée dans un outil d'aide à la décision, pour orienter la politique des administrateurs.

Ce mémoire, propose une méthodologie d'évaluation de la durabilité des systèmes d'assainissement suivant deux objectifs, pris des sept objectifs proposés par (Cherrared et al. ,2007). Cette étude se compose de IV chapitres.

Le premier chapitre est consacré à la présentation de la problématique de l'assainissement urbain dans le cas de l'Algérie, hérité de la politique classique. On essaiera de faire apparaître les lacunes et les défaillances de ce système, en mettant en évidence la nécessité de suivre une nouvelle politique.

Dans le deuxième chapitre, nous présenterons d'abord la notion du développement durable, en remontant à la genèse de ce concept, puis nous passerons à une approche du concept de l'assainissement dans le cas du classique et dans le cas du développement durable. Nous aborderons les travaux déjà effectués sur les approches et méthodes d'évaluation de la durabilité des systèmes d'assainissement, nous nous attarderons sur l'approche basée sur l'utilisation des indicateurs, qui sera utilisée pour la proposition d'une méthodologie. Puis nous terminerons par les objectifs de la durabilité des systèmes d'assainissement et leurs faisabilités dans le cas de l'Algérie.

Dans le troisième chapitre, est décrite la méthodologie pour laquelle on a opté, afin d'évaluer la performance de la durabilité du système d'assainissement pour les deux objectifs retenus dans cette entreprise :

En premier lieu, la Préservation de la santé, l'hygiène et la sécurité des usagers et du personnel.

En deuxième lieu, avoir un cadre institutionnel compétent en matière des SAU. D'abord, nous allons présenter des indicateurs de performances, élaborés à partir de critères se basant sur les objectifs retenus et les moyens de détermination de leurs performances. Dans le but de donner une note de performance globale du système, qui permettra de juger sa durabilité, un schéma ascendant a été proposé pour l'agrégation des performances des indicateurs et des critères. Cette dernière est effectuée par le biais de la méthode des sommes pondérées, dans laquelle les poids sont déterminés par la méthode AHP. La méthode AHP est confrontée à deux autres méthodes de calcul des coefficients de pondération adoptées dans le cadre de ce mémoire.

Le quatrième chapitre est divisé en deux parties : d'abord la confrontation des critères et des indicateurs construits, au bilan d'exploitation du système d'assainissement de la ville de Bejaia, cela va permettre d'identifier les paramètres ou les indicateurs les plus importants et sur lesquels repose l'évaluation des performances des critères pour

chaque objectif. Dans la 2^{eme} partie, nous ferons une comparaison des résultats de la méthode AHP, avec les résultats des autres méthodes.

CHAPITRE I : Problématique de l'assainissement en Algérie

I-1.Introduction

Partout dans le monde, les villes grandissent à un rythme effréné, la croissance de la population urbaine atteint chaque année 1,5% en Afrique, 1% en Amérique Latine et 2% en Asie. Chaque jour, 180.000 individus (une croissance mensuelle équivalant à une nouvelle ville de 5,5 millions d'habitants) viennent s'ajouter à la population urbaine mondiale, sous l'effet de ce rythme, souvent difficile à gérer, les villes connaissent de très rapides transformations que les services publics ont parfois du mal à suivre. L'assainissement doit s'adapter à ce phénomène de croissance et relever deux défis, à savoir, la gestion des eaux urbaine et l'intégration de la notion du développement durable dans son fonctionnement. Dans ce chapitre, nous tenterons de donner quelques concepts et définitions liés au système d'assainissement, puis nous poursuivrons avec une description de la situation actuelle d'assainissement en Algérie dans le cadre de la politique classique.

I-2. Le système d'assainissement

I-2.1 Définition

Le système d'assainissement proprement dit, ne résulte pas uniquement de l'arrangement de différents ouvrages et composants hydrauliques tel que les réseaux, la station d'épuration,...etc. Le système est pris dans son envergure socio-technique qui comporte à la fois ces composants artificiels (infrastructures nécessaires pour fournir le service d'assainissement aux usagers) ainsi que les composants organisationnels qui assurent la gestion et qui pourront se traduire par des actions et décisions.

La diversité des éléments qui compose le système, le rend presque unique, aucun assemblage (configuration) ne ressemble à un autre, les différentes connexions entre ces éléments : des connexions de type bouclantes, réciproques ou de recyclage introduisent la notion de complexité. Ces deux caractéristiques à savoir, la diversité et la complexité, exige une solution systémique.

Selon J.De Rosney « un système est un ensemble d'entités qui interagissent dynamiquement et sont organisées selon une finalité ». Un des principaux avantages de cette vision est de considérer le système à plusieurs niveaux d'abstraction, il peut être vu d'une part, comme une seule entité qui échange avec son environnement, c'est la vision « boîte noire ». D'autre part, il peut être perçu comme un ensemble d'entités en interaction qui échangent entre elles et l'environnement, c'est la vision « boîte blanche ». Les entités dans la vision de la boîte blanche peuvent à leur tour être détaillées, ce qui amène à considérer le système au travers de sous-systèmes dans une hiérarchie. Une solution au système a été proposée par Bonierbale (2004), inspiré du travail proposé par Moigne (1977).

I-2.2. Les composants d'un système d'assainissement :

De par sa solution systémique, Le système d'assainissement est perçu comme un complexe d'éléments actifs indivisibles appelés processeurs. Le système accepte des intrants qui seront transformés (processus) en extrants. Les processeurs qui composent le système sont inter-reliés les uns aux autres dans un environnement comme le montre le schéma suivant :

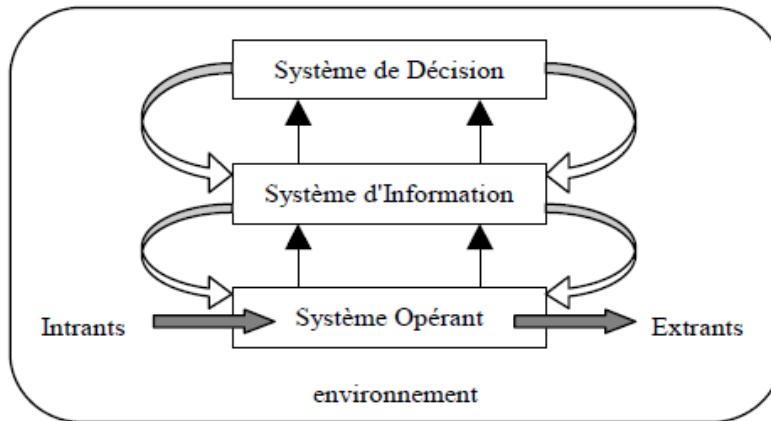


Figure 1 : archétype de l'organisation d'un système complexe (assainissement)

Le système d'assainissement est composé de :

- **Un 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, infrastructure de stockage,...). Les personnes qui construisent, exploitent et entretiennent les ouvrages font partie intégrante du système opérant.
- **Un 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,...). 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. Dans le cas de l'Algérie, deux organismes de cette tâche, à savoir, la DHW en ce qui concerne la majorité des réalisations hydrauliques (maître de l'ouvrage), et l'ONA qui elle, s'occupe plus du volet gestion.
- **Un 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.

I-2.3. Information entre les trois sous-systèmes.

Un premier flux est constitué d'informations « montantes », qui permet au système de décision de représenter un environnement et de se représenter dans cet environnement. Le traitement de ce type d'information va permettre au système de rendre intelligible un « réel perçu ».

Un second flux est constitué d'informations « descendante » qui ont la forme d'instructions et de consignes d'action à destination des sous-

systèmes opérant ou informant. Elles visent à concevoir, contrôler et maintenir le système en fonction d'un « réel voulu ».

I-2.4. L'environnement et le système d'assainissement urbain.

L'environnement du système d'assainissement est constitué par les éléments qui vont d'une part réagir aux sollicitations du système et d'autre part solliciter ce dernier. De manière à assurer ses fonctions, cet environnement comprend : les êtres humains, l'air, l'eau, la faune, la flore...etc. le système utilise les ressources de l'environnement et en retour agit sur ce même environnement. On dit que le système interagit avec son environnement.

1-3. La problématique de l'assainissement en Algérie

Sous l'effet de l'accroissement de la population urbaine, provoqué par l'explosion démographique d'un côté (la population est passé de 12 millions d'habitants en 1966 à 34 millions en 2008) et a l'exode rural de l'autre (à la recherche d'une meilleure situation économique et social), les villes connaissent de très rapides transformations que les services publics ont parfois du mal à suivre, ce phénomène souvent difficile à gérer, a poussé les services publics à intervenir et agir vite, ponctuellement, indépendamment les uns des autres, en un mot, sans stratégie efficace de développement (réglementation insuffisante, absence de norme technique,...etc.). Tout ceci a engendré plusieurs lacunes et défaillances dans le fonctionnement du système d'assainissement (pollution, inondation urbaine fréquente, dégradation de la santé publique,...etc.), ce dernier a depuis longtemps été pris dans son envergure locale, à savoir, comme un problème secondaire ayant seulement un rôle hygiéniste, oubliant en tout point ses caractères environnemental, social et économique.

Il est à noter que Les taux d'urbanisation vont continuer à progresser d'une manière quasi- uniforme à travers les grands espaces du territoire [MEAT-1995], comme le montre le tableau I-1, mais depuis 2003, il existe une certaine volonté du pouvoir algérien d'intégrer les mécanismes du développement durable dans sa politique de gestion (loi de juillet 2003 et aout 2005).

Unité : Millier d'habitants	1990			2000			2010			2020		
	P.R	P.U	T.U	P.R	P.U	T.U	P.R	P.U	T.U	P.R	P.U	T.U
Zone												
Tellienne	7.663	8.936	53,8	7.850	12.674	61,7	7.782	14.365	65,0	6.270	14.630	70.0
Hauts												
Plateaux	3.262	2.274	47,2	3.053	5.036	62.1	3.455	7.990	70.0	4.150	12.450	75.0
Sud	977	1.274	56.0	961	2.078	68.3	1.345	3.080	70.0	1.665	5.025	75.0
Algerie	11.922	13.185	52.4	11.864	19.788	62.5	12.582	25.425	66.9	12.095	32.150	72.6

Tableau 1 : Evolution des populations urbaines et rurales par grandes zones naturelles selon le scénario prospectif

P.R. = Population rurale

Source « Demain l'Algérie » - MEAT- 1995.

P.u. = Population urbaine

T.U. = Taux d'urbanisation.

I-3.1. Les problèmes liés à l'assainissement.

Les principaux problèmes en général liés à l'assainissement sont :

- Les inondations fréquentes par temps de pluie, elles sont dues la plus part du temps au non respect des normes et au manque d'entretien des réseaux.
- Pollution des milieux naturels, due aux rejets directs et aux mauvais traitements dans les stations d'épuration.
- Les risques de santé, dus à la contamination humaine par les eaux usées.
- Approche institutionnelle inadéquate.
- Absence de normes, législation inappropriée.
- Problèmes économiques et de financement.

I-3.2 Les problèmes de l'assainissement en Algérie.

a) Les réalisations

Dans le souci de rattraper le retard dû à l'accroissement urbain, les pouvoirs publics ont suivi une politique de précipitation sans réflexion profonde à long et à moyen terme en ce qui concerne les composantes d'une ville (habitat, réseau électrique...etc.). L'assainissement n'a pas dérogé à la règle, les pouvoirs publics ne pensaient qu'à raccorder la population au réseau d'assainissement, oubliant au passage, les autres aspects comme

l'épuration des eaux usées, le drainage des eaux pluviales, la gestion et l'entretien du réseau....etc.

Selon le Ministère des Ressources en eau, à la fin du deuxième semestre 2006, on a fait état de 38.000 Kilomètres linéaires de réseau en service, dont 12 300 Km linéaires de réseau primaire (collecteurs) et 25 700 Km linéaires de réseau secondaire. Le taux de raccordement moyen national calculé sur la base de la moyenne des taux de raccordement des 48 wilayas est de 86 %, pour un volume total d'eau usée rejetée annuellement de 900 **Hm³** (MRE 2006).

C.W.	WILAYAS	Racc. Moy (%)	Longueur des réseaux (Km).			Volume rejeté (m3/j)
			Primaire	Secondaire	Total	
1	ADRAR	83,0	100	240	340	15 262
2	CHLEF	90,0	271	740	1 012	56 413
3	LAGHOUAT	95,0	246	337	583	37 384
4	OUM EL BOUAGHI	91,0	279	410	689	47 924
5	BATNA	82,0	305	737	1 042	48 364
6	BEJAIA	90,0	703	883	1 586	97 543
7	BISKRA	85,0	211	614	824	209 449
8	BECHAR	96,0	88	393	480	36 734
9	BLIDA	91,0	249	509	757	52 233
10	BOUIRA	94,0	187	347	534	36 608
11	TAMANRASSET	85,0	39	138	301	8 400
12	TEBESSA	73,0	376	509	884	65 832
13	TELMCEN	92,0	378	648	1 026	98 208
14	TIARET	93,0	312	731	1 043	81 006
15	TIZIOUZOU	83,0	1 378	792	2 170	18 923
16	ALGER*	81,0	544	2 441	2 985	218 017

Tableau 2 : Etat du réseau d'assainissement de quelques wilayas, source mre 2006

Le taux élevé des branchements et des raccordements qui peut être interprété comme un bon signe, n'est malheureusement pas une réalité, vu que la plus part de ces réseaux, souffrent de saturation, de la mauvaise gestion et peu de programmes de maintenance et de suivi sont recensés dans ce domaine (cherrared, 2008).

Dans le domaine de l'épuration, selon le MRE, à la fin du deuxième semestre 2006, le parc des stations d'épuration est de :

- En exploitation (nombre et capacité d'épuration) : 65 pour un volume de 365 hm³/an et une capacité de 6 168 592 EqH.
- En cours de réhabilitation (nombre et capacité d'épuration) : 02 stations pour un volume de 19 millions m³/an.
- A réhabiliter (nombre et capacité d'épuration) : 06 stations pour un volume de 6 hm³/an

- En cours de réalisation (nombre et capacité d'épuration) : 34 stations pour un volume de 400 hm³/an.

Même avec de telles réalisations, la situation des eaux usées reste dramatique, sachant que le volume total des eaux usées rejetées annuellement est évalué à près de 600 millions de m³, dont 550 millions de m³ pour les seules agglomérations du nord, et ce chiffre passerait à 1150 millions de m³ à l'horizon 2020 selon le CNES [CNES, 2005], ajouter à cela, l'absence de prise en charge des stations d'épuration existante fait que ces dernières n'influent pas beaucoup sur la qualité de l'eau rejetée

b) Les problèmes d'inondations.

Ce genre de problème ne se produit qu'en temps de pluie, sa cause principale est une insuffisance d'évacuation des eaux, les différents facteurs responsables sont:

- Le non-respect de la conception des ouvrages.
- Absence ou manque d'entretien du réseau.
- Gonflement des canaux à ciel ouvert due au charriage des amas de terre et des détritiques par les eaux collectées.
- Absence de pente pour le drainage des eaux de ruissellement.
-etc.

L'Algérie a toujours eu des problèmes avec ce genre de dysfonctionnement, souvent violents comme le montre les exemples suivants :

- Bab-El-Oued à Alger, en novembre 2001, qui a fait plus de 800 morts.
- Bejaia, le 27 octobre 2007, causant des dégâts importants : affaissement de terrain entraînant des maisons, blocage de la circulation ...etc.
- Ghardaïa, octobre 2008, ou le bilan s'élève à 43 morts.
- El-Bayad, en 2011, ou le bilan s'élève à 11 morts.

Au-delà des dommages qu'elle occasionne (perte humaine et dégâts matériels), de l'eau stagnante peut être le foyer de maladies à transmission hydrique et un départ pour une épidémie.

c) Santé publique et contamination humaine.

L'eau peut être à l'origine de la transmission de maladies infectieuses lorsqu'elle est contaminée par des agents pathogènes : bactéries, virus, protozoaires et parasites, ces maladies qu'on appelle couramment les MTH (maladie à transmission hydrique) sont causés pour la plus part, par :

- Les inter-connexions entre les réseaux d'assainissement et d'AEP,
- Les vides sanitaires inondés,
- La contamination des réseaux et des différents point d'eau (comme les nappes phréatiques) par des infiltrations des eaux usées.

D'après une étude faite par S. Badrani (2004), l'année 1980 a marqué le début d'apparition d'importantes épidémies à transmission hydrique, telles que le choléra la typhoïde, la dysenterie,.....etc. le pic d'infection a été enregistré en 1986, cette année à été qualifiée de catastrophe épidémiologique national, ou 8008 cas de choléra ont été recensés, dont 450 décès enregistrés [OMS, 2004]. Cette même épidémie ne cesse de diminuer depuis le début des années 1990 pour disparaître totalement à partir de 1996. L'incidence des autres MTH (fièvre typhoïde, dysenterie, hépatite virale) est de l'ordre de 20/100.000 habitants comme le montre le tableau suivant :

Année	Fièvre Typhoïde	Dysenterie	Hépatite virale	MTH
2000	9,28	8,65	8,94	26,87
2001	6,87	9,36	4,25	20,48
2002	10,30	7,50	2,66	20,46

Tableau 3 : Taux d'incidence des MTH au niveau national en 1/100.000 habitant

Source : S.Bedrani et al, 2004

d) Problème de pollution de l'environnement.

La croissance de la population urbaine et de l'activité économique, ont provoqué la production d'énormes quantités d'eaux usées, déversées directement ou indirectement en milieu naturel (soit au niveau du littoral pour les villes côtières, les oueds pour les villes qui se trouvent à l'intérieur du pays), 600 millions m³/an sont produites [CNES, 2003]. Malgré l'équipement de certaines villes en station d'épuration et la projection de future autres stations, 34 selon le plan du ministère des ressources en eau établi en 2006, la pollution des milieux naturels commence à devenir très inquiétante et alarmante. En effet, on rencontre des micro-organismes fécaux sur la plus part des plages de baignade algériennes et le potentiel piscicole des eaux de mer commence à diminuer d'une façon alarmante.



Figure 2 : Eaux usées rejetées directement dans la mer (Oran)

Port	DBO5 (mg /l)	DCO (mg /l)	N total (mg /l)	Phosphore (mg /l)	MES (mg /l)
Oran	30800	58315	5488	1029	24012
Alger	140000	280000	27000	5100	168000
Bejaia	3750	9357	876	188	5000

Tableau 4 : Rejets urbain de quelques ports algériens

Source : CATE, 1998

Plusieurs villes côtières ont été dotées de STEP, celles-ci sont en majorité inopérantes comme le montre le tableau 5.

Communes	Epuration
Ghazaouet	Pas de station d'épuration, les eaux usées sont rejetées dans l'oued Ghazaouet
Oran	Deux petites stations Es Sénia-Bousfer, elles épurent les eaux usées de la ville d'Oran
Arzew	Pas de station d'épuration, les rejets se font en mer et dans l'oued Mahgout
Béthioua	Pas de station, les eaux usées sont rejetées dans l'oued
Mostaganem	Pas de station, les eaux de la ville sont rejetées à l'extérieur du port.
Ténès	Pas de station, les eaux usées sont rejetées en mer à l'extérieur du port
Alger	Il existe (3) stations : station de Baraki 1989, 1ère tranche 750.000 E.h. La station de Béni Messous (Tipaza) et la station de Reghaïa
Béjaïa	Il existe une station biologique moderne 1984 sa capacité de traitement 80.000 E.h. Elle ne traite que 40 % des eaux usées de la ville car il n'y a que 2 rejets raccordés à la station sinon tous les rejets débouchent au niveau du port.
Jijel - Skikda	Pas de station dépuration
Annaba	Existence d'une station de pompage centrale de Sidi Brahim et un site d'épuration : étang de lagunage d'une capacité de 365.000 E.h, la superficie 160 Ha. Sinon tous les effluents sont rejetés en mer par l'oued Bouhamira.

Tableau 5 : situation de quelque ville côtière d'Algérie vis-à-vis de station d'épuration

Source : CNES, 1997

e) Une approche institutionnelle inadéquate.

Les réseaux d'assainissement et ceux d'AEP, ont toujours été gérés par une multitude d'organismes dont la diversité des statuts, de prérogatives et des dimensions, constituent un véritable magma organisationnel qui favorise la dilution des responsabilités. La gestion des systèmes d'assainissement relève des communes, qui n'ont ni le statut, ni les capacités nécessaires pour leurs gestions (elle n'arrive même pas à récupérer les 20% de redevance récolté par les établissements de l'eau, destinés à financer l'entretien des réseaux), les communes se trouvent démunies de moyens financiers et d'encadrement pour assumer cette tâche.

Après les assises nationales de l'eau en 1995, une réforme institutionnelle profonde a été lancée. Dans le domaine de l'assainissement, l'ONA (office national d'assainissement), organisme créé en 2001 et placé sous la tutelle du ministère des ressources en eau, devrait se substituer à l'ensemble des établissements et organisations publics (nationaux, régionaux, wilaya et les régies communales) en ce qui concerne la gestion des réseaux d'assainissement.

L'ONA gère 654 communes des 1541 que compte le pays [ONA, 2011] comme le montre les données suivantes :

- Nombre de communes: 654.
- Nombre de salariés : Près de 7000.
- Longueur du réseau: 30 000 km.
- Nombre de STEP en exploitation: 75
- Capacités installées des 75 STEP : 5 413 973 Eq /H.
- Nombre de Station de relevage: 330 station.

Malgré les efforts consentis, les communes concernées restent sous-encadrées et surtout sous financées et ne disposent pas encore de crédibilité et de pouvoir nécessaire pour mener à bien leur mission.

f) Législation, règle et norme.

De 1962 à 1994, une prolifération de lois, décrets et textes d'application (arrêtés, circulaires....) ont vu le jour, ces lois ont été mise en place, modifiées ou abrogées lors de suppression de structure ou de changement de responsable (les textes sont liés directement aux structures et aux personnes). Ces situations ont contribué par leur foisonnement à rendre complexe et difficile le fonctionnement et l'organisation des services concernés [cherrared et al, 2007].

Ce n'est qu'à partir de 2003, dans le cadre du développement durable, avec la loi 03-10 du mois de juillet (complété plus tard par la loi du 04 aout 2005), que le problème de l'environnement a commencé à être pris au sérieux, considérant que ce dernier est l'un des objectifs principaux dans la conception et la gestion des eaux urbaines, mais aussi :

- cible davantage l'implication des responsables,
- mise en place de règles et normes techniques,
- mise en place de mécanismes très souples pour la coordination intersectorielle.
- stabiliser et équilibrer les financements,

- mise en place d'un processus de sensibilisation, pour le personnel et usagers.
-etc.

Le cadre juridique et réglementaire reste fragile et déficient, le réveil tardif des pouvoirs publics avec les lois de 2003, pourra remédier à certaines insuffisances, mais lui faudra du temps avant que les mécanismes ne commencent à se mettre en place.

g) Financement.

En Algérie, les investissements ont toujours prit le pas et ont été privilégiés sur l'exploitation, les coûts d'entretien et d'exploitation des infrastructures d'eau potable et d'assainissement sont couverts par le tarif de consommation d'eau (décret 87-267 du 29/10/1985). L'assainissement correspond à 20% de la facture d'eau potable. Selon les dispositions réglementaires, les établissements de l'eau après collecte, doivent verser à la commune ou au service d'assainissement le produit de cette tarification, alors qu'en fait, les communes ont du mal à récupérer cette maigre redevance.

L'assainissement à travers les réseaux, les stations de relevage et les stations d'épuration des eaux usées, ont un coût largement supérieur à celui des infrastructures d'eau potable (à raison de 5 à 6 fois), il s'ensuit, alors, des contraintes financières, créant une situation de non fonctionnement et parfois même d'abandon de structures, ce qui se traduit par la pollution des milieux récepteurs par les différents rejets des eaux usées causés par ce dysfonctionnement. Cela ne contribue nullement à l'économie national, mais bien au contraire, cela freine et empêche les mouvements touristiques et ralentit le développement des activités a caractères commercial. La figure suivante montre le coût des dommages par catégorie économique en % du PIB

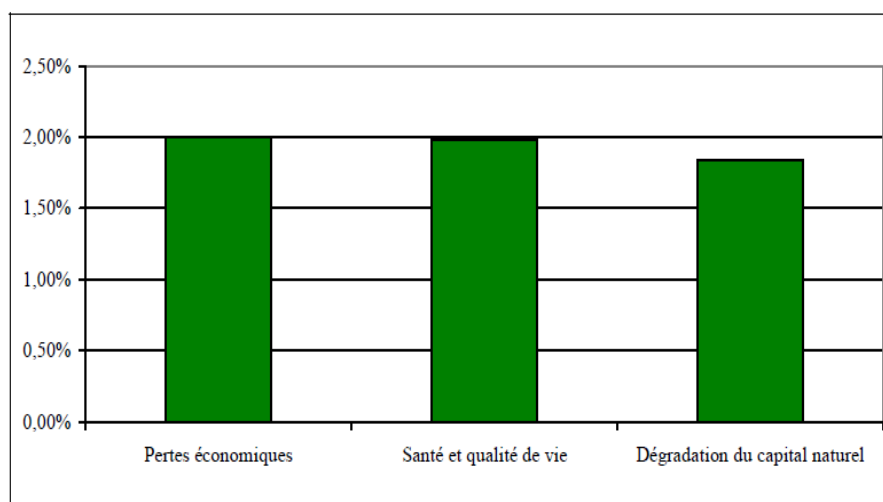


Figure 3 : Coût des dommages par catégorie économique en % du PIB

I-4 Conclusion.

Objectifs non atteints, responsabilités diluées, problèmes de pollution, d'inondation, de contamination....etc. Tel est le constat fait, dans ce chapitre de la situation de l'assainissement des villes algériennes. La politique classique suivie par le pays dans la gestion de ses services reste inadaptée à l'évolution urbaine actuelle. Le choix des pouvoirs publics, avec la planification centralisée, a vite montré ces limites, surtout à moyen et à long termes, où la politique hygiéniste du système d'assainissement ne suffit plus. Il faut dépasser le stade des constats répétitifs et passer à une politique plus concrète. Le développement durable offre une nouvelle perspective et une autre manière de penser pour la construction, des systèmes urbains en général et de l'assainissement en particulier, de la ville et de son avenir, ce qui sera présenté dans le prochain chapitre en détail.

CHAPITRE II : Développement durable et les Indicateurs de performances.

« Nous n'héritons pas de la Terre de nos ancêtres,
nous l'empruntons à nos enfants »

Antoine de Saint-Exupéry

II-1. Etude bibliographique et état actuel des connaissances

II-1.1. Le développement durable

Le terme « développement durable » se compose de deux mots qui, selon certains sont incompatibles en français. La notion de développement durable fait référence au terme anglais de « Sustainable Development », Bien que l'ensemble de la documentation réfère sans distinction aux termes « développement viable », « développement soutenable » et « développement durable », c'est le qualificatif « durable » qui a été retenu par les membres francophones des Nations Unies.

Selon la définition proposée en 1987 par la Commission mondiale sur l'environnement et le développement dans le rapport Brundtland, rapport officiellement intitulé « Notre avenir à tous » (*Our Common Future*), présidée par la Norvégienne Gro Harlem Brundtland) le développement durable est défini comme étant « le développement qui répond aux besoins du présent sans compromettre la capacité des générations futures à répondre à leurs propres besoins »

Le développement durable concerne l'ensemble des activités humaines : agriculture, industrie,etc. mais aussi les services comme les finances, le tourisme...etc.

II-1.2. Historique.

Le concept du développement durable a été long à se matérialiser. Ce n'était pas le fruit d'une simple réflexion mais une réponse à des préoccupations et des constats de certains acteurs qui préconisent la rationalité dans l'utilisation des ressources de la planète.

- **1968** : création du Club de Rome regroupant quelques personnalités occupant des postes relativement importants dans leurs pays respectifs et souhaitant que la recherche s'empare du problème de l'évolution du monde pris dans sa globalité pour tenter de cerner les limites de la croissance économique suite à la croissance effrénée des Trente Glorieuses.
- **1971** : création en France du Ministère de la protection de la nature et de l'environnement, attribué à Robert Poujade.
- **1972** : le Club de Rome publie le rapport *The limits to growth (Les limites à la croissance)*, rédigé par une équipe de chercheurs du Massachusetts Institute of Technology. Il donne les résultats de simulations informatiques sur l'évolution de la population humaine en fonction de l'exploitation des ressources naturelles, avec des projections jusqu'en 2100.
- **1972** (5 au 16 juin) : une conférence des Nations Unies sur l'environnement humain à Stockholm expose notamment l'éco-développement, les interactions entre écologie et économie, le développement des pays du Sud et du Nord. La problématique semble dès lors posée : l'environnement apparaît comme un patrimoine mondial essentiel à transmettre aux générations futures.
- **1979** : le philosophe Hans Jonas exprime cette préoccupation dans son livre *Le Principe responsabilité*.
- **1980** : L'Union internationale pour la conservation de la nature publie un rapport intitulé *La stratégie mondiale pour la conservation* où apparaît pour la première fois la notion de « développement durable », traduite de l'anglais *sustainable development*.
- **1987** : Une définition du développement durable est proposée par la Commission mondiale sur l'environnement et le développement (rapport Brundtland).
- **1989** : la Coalition for Environmentally Responsible Economies (CERES) définit des principes pour l'environnement, qui constituent le premier code de conduite environnemental.

- **1990** : le premier rapport du Groupe d'experts intergouvernemental sur l'évolution du climat (Giec) commence à alerter la communauté internationale sur les risques du réchauffement climatique
- **1992** (3 au 14 juin) : deuxième sommet de la Terre, à Rio de Janeiro. Consécration du terme « développement durable », le concept commence à être largement médiatisé. Adoption de la convention de Rio et naissance de l'Agenda 21.
- **1994** : publication de la charte d'Aalborg sur les villes durables, au niveau européen.
- **1997** (1^{er} au 12 décembre) : 3^e conférence des Nations unies sur les changements climatiques, à Kyōto, au cours duquel sera établi le protocole de même nom
- **2000** : Le pacte mondial des Nations unies adopté par le Forum économique mondial affirme "responsabilité sociale des entreprises" relative à la corruption et conditions de travail et droits de l'homme.
- **2001** : la Déclaration universelle de l'Unesco sur la diversité culturelle affirme pour la première fois que la diversité culturelle est « gage d'un développement humain durable »
- **2002** (26 août au 4 septembre) : Sommet de Johannesburg : ratification d'un traité prenant position sur la conservation des ressources naturelles et de la biodiversité.
- **2004** : Le 8 mai Cités et Gouvernements locaux unis approuvent l'Agenda 21 de la culture
- **2005** : entrée en vigueur du protocole de Kyōto sur la réduction des émissions de gaz à effet de serre dans l'Union européenne
- **2005** : la conférence générale de l'UNESCO adopte la Convention sur la protection et la promotion de la diversité des expressions culturelles
- **2009** : conférence de Copenhague de 2009 sur le climat
- **2010** : conférence de Cancún de 2010 sur le climat.

II-1.3. Les piliers du développement durable.

« Le progrès économique, la justice sociale, et la préservation de l'environnement », tel est l'objectif du développement durable, pour arriver à cet état de fait, il faut parvenir à trouver un équilibre cohérent à long terme et à définir des schémas viables qui concilient les trois piliers qui le forme :

- Economique : croissance économique

- Social : prendre en compte les besoins humains avec équité
- Environnemental : préserver l'environnement et les ressources pour le long terme

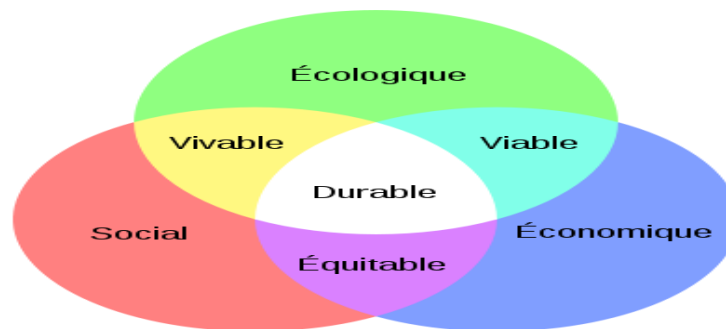


Figure 4 : Piliers du développement durable

À ces trois piliers s'ajoute un enjeu indispensable à la définition et à la mise en œuvre de politiques et d'actions relatives au développement durable : la gouvernance ,La gouvernance consiste en la participation de tous les acteurs (citoyens, entreprises, associations, élus...) au processus de décision ;

II-1.4. L'assainissement entre développement durable et méthode classique.

Le développement durable ne représente pas un remplacement de la politique classique, à savoir protection de la ville et des habitants par l'évacuation des eaux usées et pluviales, mais bien au contraire, il représente une évolution de ses objectifs, au-delà du fonctionnement décrit, il doit aussi assurer les bonnes interactions entre les différents systèmes qui composent la ville et satisfaire l'équilibre des trois piliers du développement durable, qui passe nécessairement par :

- Préserver l'environnement.
- Préserver les ressources énergétiques.
- Fournir un service équitable.
- Protéger la santé des usagers et des travailleurs.

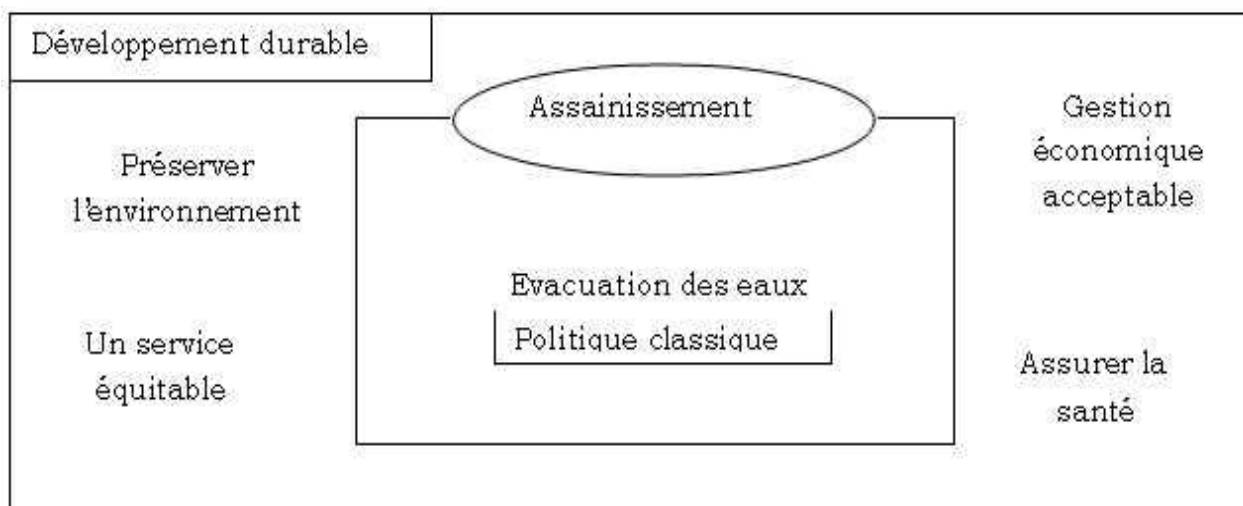


Figure 5 : L'assainissement entre politique classique et développement durable.

II-2. Méthode d'appréciation de la durabilité des systèmes d'assainissement.

Plusieurs approches existent pour l'évaluation et l'appréciation de la durabilité des systèmes et leurs différents impacts environnementaux. Parmi celles-ci, on trouve :

- Méthode d'ACV (analyse du cycle de vie),
- La méthode MIPS (Matériel Input Per Service Unit),
- L'empreinte écologique
- Méthode basées sur des indicateurs
-etc.

En ce qui concerne les systèmes d'assainissement, deux approches prédominent, à savoir :

II-2.1. Méthode d'ACV analyse du cycle de vie.

a) Définition.

L'ACV permet de quantifier les impacts d'un « produit » depuis l'extraction des matières premières qui le composent jusqu'à son élimination en fin de vie, en passant par les phases de distribution et d'utilisation [ADEM, 2005].

L'analyse du cycle de vie (ACV) se base sur la notion de développement durable pour évaluer les impacts environnementaux d'un produit, d'un service ou d'un procédé. Le but essentiel est de réduire la pression de ce produit sur les ressources et l'environnement tout au long de son cycle d'existence, de son extraction jusqu'à son traitement en fin de vie (mise en décharge, recyclage, ...). Cette méthode a été utilisée par (lundin et al, 2000) pour évaluer les systèmes urbains d'eau.

b) Les étapes de la méthode ACV.

La méthode se compose de 4 étapes comme le montre la figure suivante :

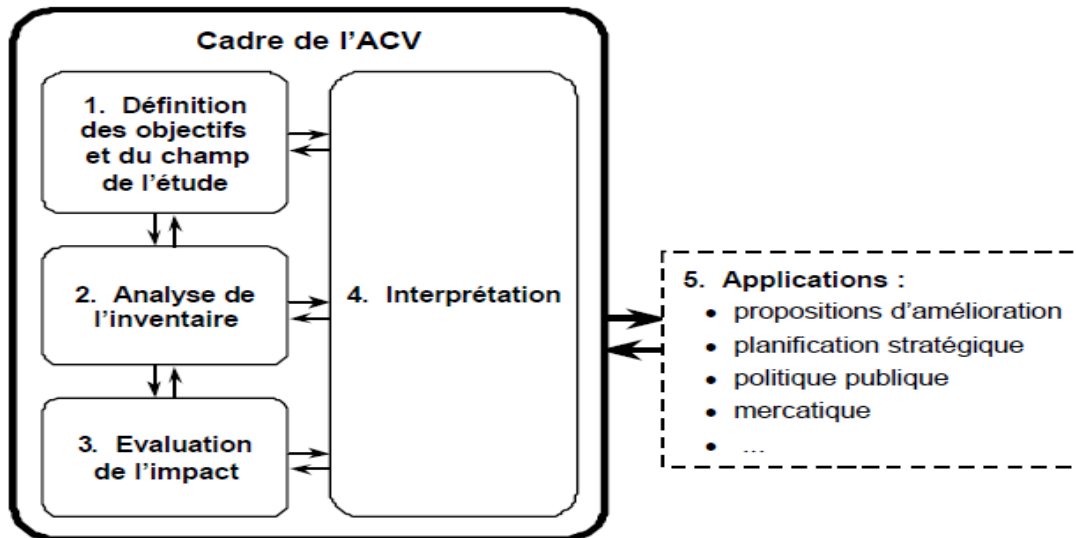


Figure 6 : Les étapes de la méthode ACV.

- **Étape 1** : Définition des objectifs et du champ de l'étude, cette étape permet de déterminer les fondations de l'étude ACV et doit être menée avec rigueur, les objectifs de l'étude doivent être précisés sans ambiguïté et indiquer les raisons pour lesquelles elle est menée et à qui sont destinés les résultats.
- **Étape 2** : Inventaire des flux matières et énergies associés aux étapes du cycle de vie rapporté à l'unité fonctionnelle retenue, Le système est décomposé en procédés élémentaires. Cette décomposition permet de faire apparaître les flux élémentaires consommés et rejetés (en entrée : eau, matières premières, consommables ...en sortie : déchets solides, liquides, rejets dans l'air...).
- **Étape 3** : Evaluation des impacts potentiels à partir des flux matières et énergies recensés. Afin de pouvoir interpréter et exploiter les résultats de l'inventaire, il convient alors de traduire la consommation et le rejet de tous ces flux en impacts sur l'environnement. Les principales classes considérées en ACV sont :
 - o Epuisement des ressources naturelles,
 - o Effet de serre,
 - o Dégradation de la couche d'ozone,
 - o Toxicité et écotoxicité de certains rejets (eutrophisation, acidification),
 - o Altération physique des écosystèmes.

- **Étape 4** : Interprétation des résultats obtenus en fonction des objectifs retenus. C'est la dernière partie d'une ACV, son objectif est de contrôler la validité des trois précédentes parties et d'interpréter les résultats obtenus par rapport aux objectifs de l'étude. Cette étape est itérative avec les 3 précédentes de manière à toujours s'assurer que les résultats obtenus permettent de répondre aux objectifs de l'étude.

c) Les avantages et les inconvénients.

L'analyse de cycle de vie permet d'avoir une vision globale de l'impact environnemental d'une filière ou d'un produit, il prend aussi en considération le facteur temps lors de l'évolution du système et enfin, la méthode est utile pour faire des choix autant à portée globale que locale. Néanmoins, on trouve beaucoup d'obstacles lors de la réalisation de l'étude, à savoir :

- l'intégralité des flux utilisés pour un produit est impossible à obtenir, on doit faire appel à des données génériques, donc manquant de précision.
- les impacts étant différents d'une région à une autre, par conséquent, une ACV n'est pas transportable.
- Les données pendant leurs agrégations peuvent perdre de leurs significations.

En conclusion, l'analyse de cycle de vie présente de nombreux intérêts. Mais aussi beaucoup d'obstacles qui rendent ses résultats contestables.

II-2.2. Approche basées sur l'utilisation des indicateurs.

Cette méthode utilise des indicateurs pour réaliser une évaluation de la durabilité d'un système, d'un service ou d'un procédé, la présentation détaillée de la méthode, sera expliquée un peu plus loin au chapitre III, dans cette partie, nous tenterons d'approfondir la notion d'indicateur.

A) Définition des indicateurs.

Pour Le petit Robert un indicateur est "un instrument servant à fournir des indications", ou, "une variable ayant pour objet de mesurer ou apprécier un état, une évolution». Pour l'OCDE, un indicateur est "un paramètre, ou une valeur dérivée d'un paramètre, donnant des informations sur un phénomène" [OCDE 93].

E. Labouze précise, dans "Le cadre comptable de l'information environnementale" [LABOUZE 95], qu'un indicateur est en fait un couple descripteur - échelle, le descripteur correspondant à la valeur de l'indicateur décrivant une situation (par exemple concentration en polluant d'un sol pollué), tandis que l'échelle définit l'ensemble des valeurs que peut prendre

le descripteur dans un référentiel (par exemple, dans le cas où l'on utilise la réglementation comme référentiel, valeur non mesurable, négligeable, inférieure à la norme, supérieure à la norme...).

b) Fonction des indicateurs.

Le rôle d'un indicateur est d'être porteur d'information, destinée à être communiquée à une cible.

L'indicateur remplit deux fonctions principales :

- Vis-à-vis du traitement de l'information, la réduction du nombre de paramètres normalement nécessaires pour rendre compte d'une situation.
- Vis-à-vis de la cible visée par l'information, la simplification de la compréhension et de l'interprétation des résultats.

Pour que ces deux fonctions soient correctement remplies, il est important d'optimiser le nombre d'indicateurs qui rendent compte d'une situation, ainsi que le précisent les travaux de l'OCDE [OCDE 93], de l'IFEN [WEBER 94] et de la commission ISO-TC/207 [ISO 14031 97] : trop d'indicateurs rendent le résultat confus et occultent la vue d'ensemble que l'on veut obtenir, tandis que peu d'indicateurs risquent de ne pas être représentatif de l'ensemble d'une situation.

c) Objectifs des indicateurs.

On peut décliner les objectifs que vise l'utilisation d'indicateurs en fonction de la cible visée : "la demande d'indicateurs a deux motifs principaux, à savoir la rationalisation de la prise de décision et le développement d'une fonction de communication" [BOUNI 96]

Les indicateurs sont :

- Pour les techniciens, des données techniques de suivi,
- Pour les décideurs, un outil d'aide à la décision et de suivi de résultats,
- Pour le public, un outil d'information, de compréhension facile, non ambigu et fidèle à la réalité.

d) Construction des indicateurs.**d.1) Critères de sélection**

A partir de documents de La Revue Française de Comptabilité [LABOUZE 95], de l'IFEN [WEBER 94], de l'OCDE [OCDE 93] et de l'ISO [ISO 96-6], nous avons extrait les critères suivants :

- **Pertinence.**
 - pertinence/besoins : les indicateurs doivent fournir une information répondant à un besoin de l'entreprise ou des parties intéressées.
 - objectif : chaque indicateur doit être lié à un objectif auquel il se compare.
 - lisibilité : simplicité d'interprétation et de compréhension, non-ambiguïté.
 - existence d'un consensus des parties intéressées quant à la validité de l'indicateur.
- **Justesse d'analyse.**
 - représentativité : représentation fidèle et synthétique de la situation ou du phénomène au quel on s'intéresse.
 - justesse d'analyse : construction sur une base scientifique et technique saine. Objectivité et non-ambiguïté des résultats.
 - cohérence dans le temps et dans l'espace, pour permettre la comparaison (entre site, au niveau national, international...), le suivi et le dégagement de tendances.
 - existence de valeurs de référence permettant de situer l'indicateur.
- **Données.**
 - mesurabilité : accessibilité des données brutes à un rapport coût/bénéfice raisonnable, procédures fiables.
 - sensibilité : variation de l'indicateur pour une faible variation du phénomène observé et avec un temps de réponse acceptable.
 - précision : marge d'erreur acceptable.
 - les indicateurs doivent être quantitatifs dans la mesure du possible, lorsqu'il est impossible de les quantifier, ils peuvent devenir qualitatifs.

Dans la pratique, il est souvent difficile de réunir l'ensemble de ces critères, mais il est souhaitable de s'en approcher au maximum pour obtenir des indicateurs réellement utiles et fiables.

Un indicateur doit avoir un nom, une définition, un mode de calcul, une unité de mesure, une fréquence d'actualisation, une source d'origine et une maille de validité.

e) Démarche de construction d'un indicateur de performance.

Les différentes étapes à suivre pour la construction d'un indicateur sont :

- Fixer un objectif,
- Définir pour chaque objectif, des sous objectifs
- Identifier, pour chaque sous objectif, des critères qui vont servir et aider à son évaluation,
- Identifier pour chaque critère des indicateurs, pour son évaluation,
- Elaborer pour chaque indicateur, une (ou des) méthode(s) d'évaluation,
- Evaluer la performance des indicateurs via des méthodes d'appréciation (utilisation de norme, fonction mathématique, base de données,...etc.)

f) Mode d'évaluation des indicateurs.

Pour estimer les indicateurs, différents modes se présentent à nous, selon la disponibilité des données :

- Quantitatif : mesure directe ou par modélisation,
- Qualitatif : une appréciation telle que bon, moyen et mauvais,
- Binaire : présent ou pas présent.

g) Cadre de construction des indicateurs.

g.1) Le modèle Pression-Etat-Réponse.

Le modèle Pression-Etat-Réponse, ou modèle PER, forme un cadre permettant d'élaborer des indicateurs. Il est utilisé pour les travaux du Groupe sur l'Etat de l'Environnement de l'OCDE [OCDE 93]. Il se base sur: "les activités humaines exercent des pressions sur l'environnement et modifient la qualité et la quantité des ressources naturelles (état). La société répond à ces changements en adoptant des mesures de politique d'environnement, économique et sectorielle (réponses de la société). Ces dernières agissent rétroactivement sur les pressions par le biais des activités humaines." [OCDE 93]. La figure suivante présente la synthèse de ce modèle.

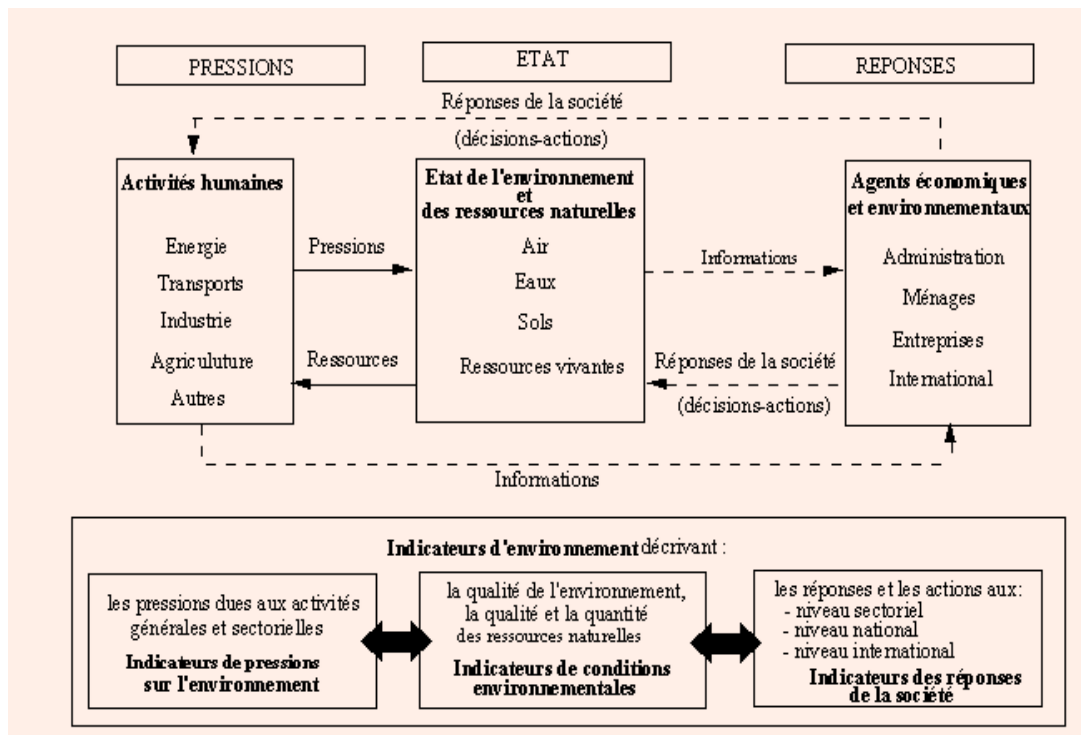


Figure 7 : Le modèle Pression-Etat-Réponse [OCDE 93]

Dans ce modèle, on distingue trois catégories d'indicateurs :

- **les indicateurs de pressions** : ils décrivent les pressions exercées sur l'environnement, (les prélèvements et rejets dus à une activité humaine).
- **les indicateurs de condition ou d'état** : ils traduisent l'état de l'environnement et son évolution.
- **les indicateurs de réponse de la société** : ils traduisent la mesure dans laquelle la société répond aux préoccupations dans le domaine de l'environnement. Leur construction est difficile car ils sont le plus souvent qualitatifs (signature d'un accord, respect d'une norme).

g.2) Modèle Force motrice - État - Réponse.

Dans le modèle Force motrice - État - Réponse (DSR) pour un développement durable, les composants sont :

- Force motrice : les activités, processus et comportements humains qui influencent le développement durable,
- État : l'état du développement durable
- Réponse : options politiques et autres réponses aux changements de développement durable.

Le terme "pression" a été remplacé par celui de "force motrice" afin de cerner de façon plus efficace l'addition des indicateurs sociaux, économiques

et institutionnels. Ce modèle est une matrice qui incorpore horizontalement trois types d'indicateurs et verticalement les différentes dimensions du développement durable qui sont sociales, économiques, environnementales et institutionnelles.

g.3) Modèle Force motrice-Pression-État-Impact-Réponse.

Le modèle Force motrice - Pression - État - Impact - Réponse (DPSIR) fournit un mécanisme intégral pour l'analyse de problèmes environnementaux.

Des Forces motrices, comme l'industrie et le transport, produisent des **Pressions** sur l'environnement, comme les émissions polluantes, qui dès lors dégradent, **l'État** de l'environnement, qui ensuite à des **Impacts** sur la santé humaine et les écosystèmes, conduisant la société à **Répondre** par diverses mesures politiques, comme des règlements, informations et taxes, pouvant s'adresser à n'importe quelle autre partie du système.

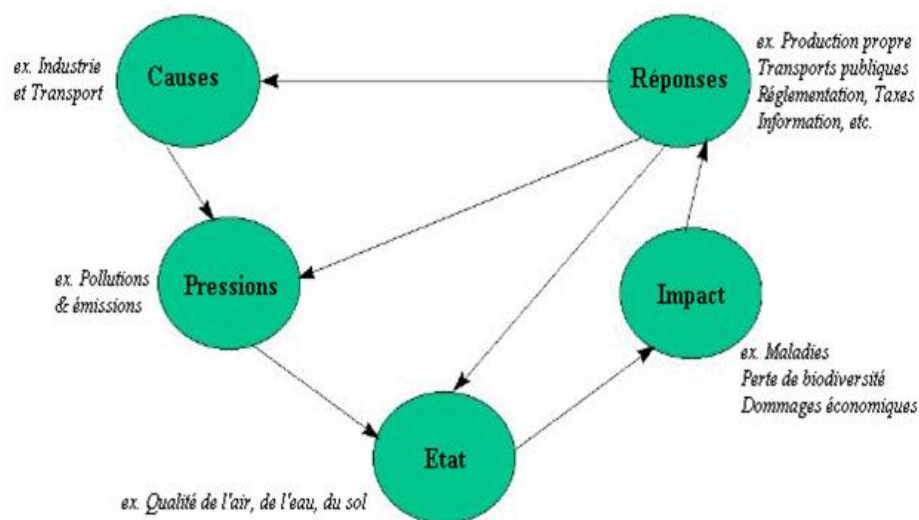


Figure 8 : Les principales causes d'échec lors de l'évaluation au moyen d'indicateur

Certaines précautions doivent être prises lors de l'élaboration d'un suivi d'évaluation au moyen d'indicateur, l'efficacité de l'évaluation réside dans l'intention qui sera portée au suivi, les principales causes d'échec sont :

- Manque de programmation précise des actions,
- Changement fréquent des personnes chargées du suivi,
- Manque de financement,
- L'absence de mise à jour des données (régulièrement),

- Indicateurs mal choisis, pas fiables, difficiles à mesurer et peu pertinents par rapport au problème à résoudre,
- Les données sont stockées sans être analysées, soit dans le temps, soit stockées d'une manière non utilisable.
- Données mal orientées,
-etc.

II-2 3. Bilan des travaux réalisés sur la durabilité des systèmes d'assainissement urbains.

Depuis 1990, beaucoup de travaux ont été entrepris pour tester la durabilité des systèmes d'assainissement, dans une grande partie de ces travaux, on a utilisé des indicateurs pour pouvoir mesurer la performance de certaines infrastructures du système d'assainissement, c'est le cas notamment des stations d'épuration avec (Lundin et al, 2000), (Balkema et al, 2002), de la gestion du service d'assainissement comme (Kolsky et Buttler, 2002). Cela s'est finalement traduit par le développement et la procuration d'un panel d'indicateurs clair et utile pour plusieurs catégories et à des niveaux différents (opérateurs, gestionnaires, législateurs,...etc.).

II-3. Le système d'assainissement dans le cadre du développement durable- cas de l'Algérie.

Pour répondre favorablement à l'évolution urbaine, le système d'assainissement doit entreprendre des changements de ses objectifs. Celui-ci doit nécessairement passer d'un développement urbain (politique classique), où son rôle est uniquement la protection de la ville et de ses habitants par l'évacuation des eaux usées et pluviales, à celui du développement durable, où il doit prendre en considération tout les aspects associés à l'urbain, à savoir, l'aspect environnemental, social, économique, et tout autre aspect en rapport avec la notion de la durabilité.

L'application de cette nouvelle politique nécessite :

- L'engagement réel et efficace de tous les acteurs : l'état, les collectivités locales, les entreprises et les citoyens,
- L'amélioration des moyens financiers nécessaires, surtout au niveau local,
- La disponibilité des outils nécessaires (méthodologie, technologie, norme,...)
- Une sensibilisation par les objectifs du développement durable.
- La disponibilité et l'exploitation des compétences,

II-3.1. Les objectifs de la durabilité des systèmes d'assainissement.**a) Santé et sécurité.**

Le système doit offrir une protection contre

- La contamination humaine,
- Les différentes pollutions,
- Les inondations,
- Les divers accidents qui surviennent à cause du système.

b) Environnement.

- La pollution des milieux récepteurs, une protection doit être assurée par une épuration efficace des eaux usées, la suppression des rejets directs de ces derniers et le renforcement des contrôles (qualité de l'eau rejetée, le respect des normes de réalisation des ouvrages,...).

c) Economie.

Un financement suffisant et pour la conception et pour l'exploitation, l'auto financement est une stratégie envisageable via : la participation des usagers, Réutilisation ou recyclage des eaux usées,...etc. Minimiser l'impact de la pollution de l'environnement pour avoir un rendu économique acceptable (diminution du potentiel piscicole, manque à gagner dans les régions touristiques et de loisirs,...).

d) Société.

Un système durable doit assurer :

- Le respect des besoins de base de l'environnement,
- Un bon service pour la population,
- Un service équitable pour toute la population,
- L'implication des usagers dans le cadre du développement durable.

II-3.2. Faisabilité du développement durable en Algérie.

La mise en œuvre durant près de trois décennies de l'option de développement fondée sur la planification centralisée de même que l'intensification de l'exploitation des ressources naturelles ont certes permis d'améliorer la qualité de vie des citoyens, mais au prix de déséquilibres écologiques importants qui menacent le développement futur du pays. Ces problèmes environnementaux, au fil du temps, ont eu des impacts négatifs non seulement sur l'activité et l'efficacité économique, mais également sur la santé de la population,

Avec le constat négatif de la situation actuelle, l'Algérie a décidé d'investir dans le développement durable. Ceci constitue le principe

fondamental de la stratégie de l'environnement et du PNAE-DD et signifie que l'Algérie entend donner une place prépondérante aux aspects sociaux et écologiques dans ses choix de modèles de société et de développement économique, mais surtout, de rompre de manière irréversible avec les politiques et méthodes des trois dernières décennies. Parmi les domaines ciblés par ces changements, on trouve le volet assainissement, à qui l'état, donne une place prépondérante.

Les résultats attendus (moyen et long termes) de ce plan sont :

- Améliorer la Santé et la Qualité de vie du citoyen, dont l'amélioration du service public de l'assainissement, et la gestion des stations d'épuration, sont pris comme axes importants.
- Conserver le Capital naturel et améliorer sa productivité.
- Réduire les Pertes économiques et améliorer la compétitivité.
- Protéger l'Environnement global.
- Réalisation et la mise en œuvre de différentes mesures institutionnelles.

Mais malgré de grands efforts consentis, financier notamment, les déficiences rencontrées nous renseignent clairement de la faiblesse de la stratégie appliquée surtout en ce qui concerne les institutions qui ont parfois du mal à suivre avec ce nouveau concept.

A partir de cette analyse, nous avons proposé une première perspective des différentes actions à mener pour œuvrer dans le sens du développement durable, les objectifs attendus à travers ces actions sont aussi présentés.

II.4. Conclusion.

Il y plus 20 ans, le terme développement durable a été inventé et a bouleversé notre vision des choses et a offert une nouvelle perspective sur notre façon de les aborder. Avec sa conception de croissance et d'efficacité économique, sa valorisation de l'environnement et les ressources pour un long terme et enfin son équité social, l'idée du développement durable a été largement acceptée et s'est infiltrée dans les différentes disciplines, son seul obstacle est la traduction de son concept par des modèles opérationnels concrets.

Les systèmes d'assainissement sont au cœur de cette transformation, le défi réside dans le développement d'outil pratique, qui permettra d'évaluer sa durabilité. La mise en place d'un ensemble d'indicateurs de performances pour le suivi des résultats des services d'assainissement, permettra d'avoir une vue globale et une approche concrète sur cette durabilité. Notre objectif est de présenter des indicateurs de performance et de proposer une méthode d'évaluation de la durabilité d'un SA à partir d'objectifs associés au développement durable des systèmes d'assainissement algérienne.

CHAPITRE III : Méthodologie d'évaluation de la durabilité

III.1. Introduction

L'objectif de ce chapitre est la construction et la modélisation d'indicateurs de performance défini dans le cadre de l'objectif de l'étude. La démarche est de présenter un certain nombre d'indicateurs et proposer des méthodes pour leurs évaluations. Ceci va servir et surtout nous permettre d'estimer la durabilité d'un système d'assainissement urbain pour les objectifs. Ces méthodes ont pour but et finalité de traduire des données brutes (les indicateurs) en des connaissances bien claires (résultat final), ceci va servir de base pour orienter les décideurs vers des préconisations, en vue de s'engager dans une politique de haute qualité environnementale.

III.2. Objectifs de durabilités

Les objectifs retenus découlent de l'étude effectuée par (cherrared et al., 2007), qui porte sur la problématique et la faisabilité du développement durable pour la gestion des eaux urbaines, cas de l'Algérie.

Ces objectifs sont :

1. Préserver la santé, l'hygiène et la sécurité des usagers et du personnel ;
2. Améliorer la qualité de la gestion économique et les modalités de financement ;
3. Améliorer l'aspect institutionnel en matière d'assainissement urbain ;
4. Protéger l'environnement du système d'assainissement ;
5. Protéger la qualité structurelle du système d'assainissement ;
6. Assurer la qualité d'exploitation du réseau ;
7. Assurer le bon fonctionnement du système d'assainissement ;

Le rôle de chaque objectif est d'offrir un angle de vision sur le système, synthétisant la totalité des aspects à prendre en compte lors de l'évaluation. Un objectif est évalué à partir de la visualisation d'un ensemble de constructions en agrégats des indicateurs. Nous proposons ici de présenter en revue les sept objectifs qui ont été retenus.

III.2.1) Préserver la santé, l'hygiène et la sécurité des usagers et du personnel

La santé et l'hygiène des usagers étaient toujours une préoccupation majeure d'un assainissement urbain durable. Pour cela, il faut éliminer ou réduire au maximum possible les cas de contamination par les eaux usées et réduire aussi les cas des nuisances olfactives. Dans ce cas nous incluons également la santé et la sécurité du personnel travaillant dans l'exploitation du réseau en définissant des indicateurs qui fournissent un maximum d'information sur le taux de personnel contaminé et les degrés de protection contre les maladies et les accidents.

III.2.2) Améliorer la qualité de la gestion économique et les modalités de financement

Un système d'assainissement durable doit avoir un coût minimum durant tout son cycle de vie, en passant par les phases d'étude et de réalisation jusqu'à la phase d'exploitation. Nous évoquerons aussi dans cet objectif le problème des impacts négatifs engendrés par les rejets urbains sur les milieux aquatiques. Ce problème peut en poser un autre : celui des pertes dans le secteur du tourisme (baignade, nautique, ...etc.) et dans le secteur de la pêche. Le coût et la taille des investissements dans le secteur

des ressources humaines sera abordé par cet objectif, que ce soit pour la sensibilisation et l'implication des usagers dans le développement durable, ou bien pour l'amélioration des conditions de travail du personnel de l'assainissement (activités culturelles, loisirs, ... etc.). Nous allons aborder aussi le financement des systèmes d'assainissement qui est souvent couvert par les pouvoirs publics avec des sommes faramineuses, ce qui nécessite parfois de trouver des moyens d'auto fonctionnement comme la réutilisation des eaux usées, la valorisation des boues ou bien par l'adoption de la politique du recouvrement énergétique des stations d'épuration (ex. le biogaz)

III.2.3) Améliorer l'aspect institutionnel en matière d'assainissement urbain

Les institutions qui gèrent les systèmes d'assainissement sont souvent pointées du doigt dans leur manière de gérer les services d'assainissement. Cela est dû souvent à l'absence d'institutions spécialisées que ce soit en termes de gestion, d'exploitation ou de contrôle technique des réseaux. A cet effet, cet objectif propose des indicateurs qui permettent de vérifier l'existence ou non d'institutions compétentes ? Via l'estimation de la qualification du personnel (ingénieurs et techniciens) et des outils de travail (systèmes de bases données, méthodologie de mesure et de calcul, système d'information géographique, ... etc.). Nous proposons aussi des indicateurs qui évaluent la politique de renouvellement ou de réhabilitation du réseau et le fonctionnement des stations d'épuration.

III.2.4) Protéger l'environnement du système d'assainissement

Ce premier objectif permet d'étudier la performance de l'environnement d'un système d'assainissement à partir de deux volets : le premier traitera la qualité des eaux du milieu récepteur. Il permettra de définir la qualité globale d'un cours d'eau, son état trophique, ainsi que les aptitudes et les usages possibles des eaux en aval des rejets du système d'assainissement. Le deuxième volet évalue la qualité du milieu urbain à partir d'un bilan de désordre de surfaces et des perturbations venant de la mauvaise conception ou d'exploitation du réseau d'assainissement et qui peuvent provoquer une gêne des activités des usagers.

III.2.5) Protéger la qualité structurelle du système d'assainissement

Les composantes d'un réseau d'assainissement sont souvent endommagées par des phénomènes mécaniques ou chimiques comme l'érosion ou la corrosion des conduites. Rajoutons à cela les points d'obstruction et les points de surcharge hydraulique venant des problèmes de conception et de dimensionnement. Nous traiterons aussi dans cet objectif l'état structurel des ouvrages annexes du réseau comme les

déversoirs d'orages et les stations de relevage, qui sont eux aussi le théâtre de dysfonctionnement des systèmes d'assainissement.

III.2.6) Assurer la qualité d'exploitation du réseau

Une bonne exploitation d'un système d'assainissement est assurée par des opérations d'entretien et de curage du réseau et des compagnes d'inspection, particulièrement dans les parties sensibles (points noirs). Cet objectif regroupe les indicateurs mesurant la quantité de travaux effectués sur le terrain pour maintenir la qualité d'exploitation du réseau et de la station d'épuration, des indicateurs pour évaluer les compétences du personnel travaillant dans l'exploitation, ainsi que la performance des équipements et les appareils d'intervention.

III.2.7) Assurer le bon fonctionnement du système d'assainissement

Nous proposons de traiter cet objectif par rapport au réseau de collecte et à la station d'épuration. L'évaluation de la qualité de fonctionnement de la station d'épuration se fait à partir de l'évaluation de la qualité des effluents dans le milieu récepteur ou bien du rendement de la station. Cela nous aidera surtout à définir ou à localiser l'origine de la pollution détectée dans le milieu **récepteur (en aval du rejet de la STEP)**. Tandis que la qualité de fonctionnement du réseau se fait à partir des indicateurs qui nous renseignent sur l'état des raccordements et s branchements des abonnés, des indicateurs qui évaluent les points de débordement et la surface inondée en cas de problèmes d'inondation. Le bon fonctionnement du système se traduit par sa qualité relationnelle avec les usagers, en recensant le nombre de plaintes déposées et les délais de réponse.

Chapitre III Méthodologie d'évaluation de la durabilité

Objectifs de DD	Les actions à mener
1- Préserver la santé, l'hygiène, la sécurité des usagers et du personnels	
1.1 Préserver la santé, l'hygiène, la sécurité des usagers.	<ul style="list-style-type: none"> - Réduire les contaminations par les eaux usées. - Réduire les nuisances olfactives.
1.2 Préserver la santé, l'hygiène, la sécurité du personnel.	<ul style="list-style-type: none"> - Protéger le personnel contre les maladies et les accidents de travail. - Formation du personnel. - Fourniture en équipements de travail.
2- Avoir un cadre institutionnel compétent en matière des systèmes d'assainissement urbain	
2.1 Assurer une gestion par un service spécialisé dans l'assainissement urbain	<ul style="list-style-type: none"> - Existence d'un service spécialisé en assainissement urbain. - Existence d'une institution de contrôle technique d'assainissement
2.2 Efficacité institutionnelle des systèmes d'assainissement urbain	<ul style="list-style-type: none"> - Pérennité du service. - Qualité relationnel avec les usagers.
3- Améliorer la gestion économique et les modalités de financement	
3.1 Améliorer les coûts du SA	<ul style="list-style-type: none"> - Améliorer le coût d'investissement et d'exploitation du système d'assainissement. - Améliorer l'utilisation des ressources énergétiques.
3.2 Améliorer le mécanisme de financement des SA	<ul style="list-style-type: none"> - Souplesse du financement des projets d'assainissement. - Avoir un système qui s'auto finance.
3.3 Impacte économique de la dégradation de l'environnement dû aux systèmes d'assainissement	<ul style="list-style-type: none"> - Réduire les pertes en matière de santé humaine. - Réduire les pertes touristiques. - Réduire les pertes halieutiques.
4- Protéger l'environnement du système d'assainissement	
4.1 Protection du milieu naturel	<ul style="list-style-type: none"> - Contrôle et suivi de la qualité des eaux et des sols. - Control des pts de rejets.
4.2 Protection du milieu urbain	<ul style="list-style-type: none"> - Améliorer la qualité des ouvrages (avaloir,etc.). - Améliorer l'état de collecte des réseaux.
5- Assurer le bon fonctionnement du système d'assainissement	
5.1 Assurer le bon fonctionnement du réseau	<ul style="list-style-type: none"> - Limiter les points de rejets directs. - Réduire les risques d'inondation. - Améliorer l'état des raccordements. - Réduire les branchements anarchiques.
5.2 Assurer le bon fonctionnement de la step	<ul style="list-style-type: none"> - Améliorer le rendement épuratoire. - Limiter le nombre de jour de dysfonctionnement des Step. - Respect de la capacité de traitement maximal.
6- Assurer la qualité d'exploitation du système d'assainissement	
6.1 Maintenir et entretenir les ouvrages de collecte	<ul style="list-style-type: none"> - Equipement approprié pour assurer la maintenance. - Personnel qualifié en exploitation. - Effectifs suffisant qui travail sur le réseau.
6.2 Maintenir les équipements de la Step	<ul style="list-style-type: none"> - Des équipements de haute technologie. - Avoir du personnel spécialisé.
7- Préserver la qualité structurelle du réseau d'assainissement	
7.1 Réduire les défaillances dans les tronçons de collecte	<ul style="list-style-type: none"> - Protection contre les phénomènes d'érosion de corrosion. - Réduction des points d'obstruction et des points noirs. - Améliorer l'étanchéité des tronçons.
7.2 Protéger les ouvrages spéciaux contre les dégradations	<ul style="list-style-type: none"> - Respecter les capacités nominales des pompes de relevage. - Limiter le dysfonctionnement des DO et des ouvrages de rétention et d'infiltration.

Tableau 6: Proposition d'objectifs et d'actions associés pour un DD des SA Algériens.

Chapitre III Méthodologie d'évaluation de la durabilité

Au cours de ce mémoire, nous allons traiter deux objectifs qui proviennent de la liste des objectifs cités plus haut.

III.3. Principes et critères de base.

Les deux objectifs qui seront développés dans ce chapitre sont décomposés en sous objectifs et en critères. Chaque sous objectif ou critère est composé d'un ou plusieurs indicateurs. Les deux objectifs retenus sont :

- Ob1 : Préserver la santé, l'hygiène et la sécurité des usagers et le personnel (PSHS).
- Ob2 : Cadre institutionnel efficient en matière des systèmes d'assainissement urbain (CICSAU).

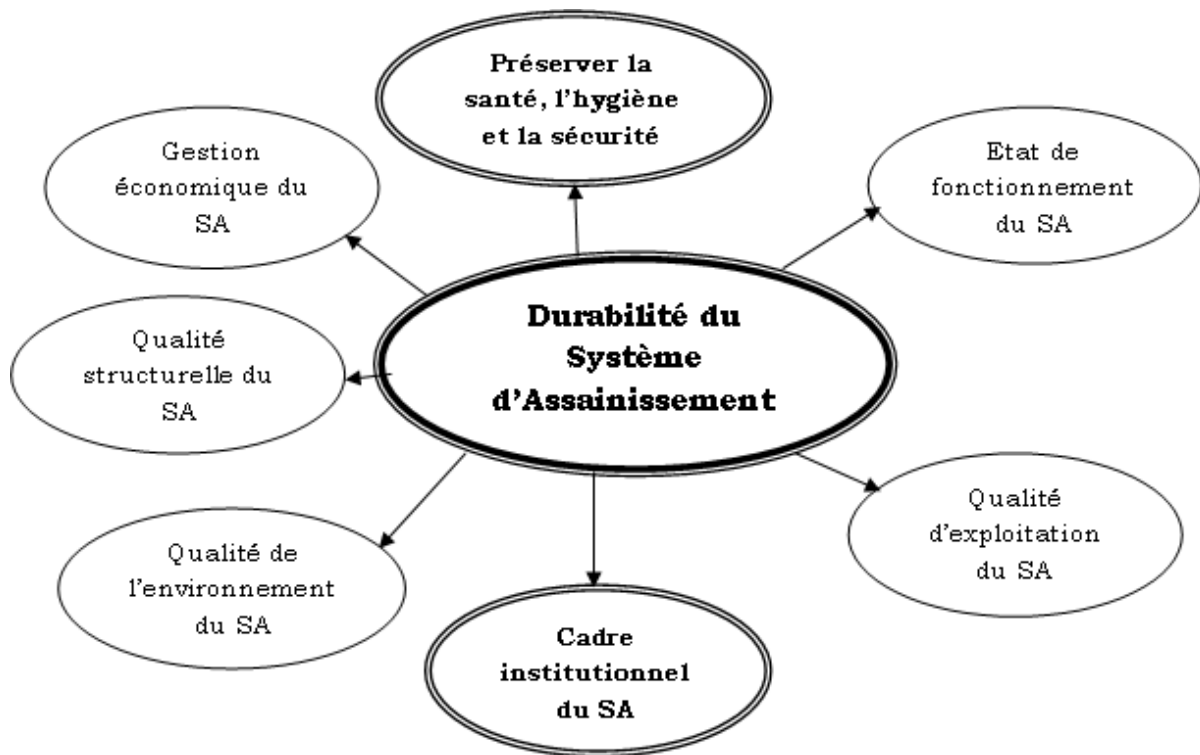


Figure 9 : Schéma récapitulatif des objectifs recensés et des deux retenus

L'assainissement est à lui seul la plus importante avancée médicale réalisée depuis 1840 »
Sondage des lecteurs du British Medical Journal

III-3-1. Préservez la santé, l'hygiène et la sécurité des usagers et de personnel (PSHS).

Au niveau mondial, les maladies hydriques tuent chaque année des millions de personnes (OCDE, 2003). En outre, elles empêchent les usagers de mener une vie saine et l'Algérie n'est pas à l'abri de ce fléau. La santé des usagers et du personnel constitue une priorité pour les pouvoirs publics.

Un assainissement insuffisant compte parmi les causes de morbidité et de mortalité dans le monde, d'après un rapport de l'OCDE, établi en 2003, l'eau potable contaminée par les eaux usées est responsable de 5 millions de décès par an, dont environ 4 millions d'enfants, alors que les morts suite à la guerre ne représente qu'un dixième de cette valeur. Dans les pays en voie de développement plus de 80 % des maladies et plus d'un tiers des décès seraient dus à l'ingestion d'une eau contaminée. Un mauvais assainissement, une eau non potable et de mauvaises habitudes d'hygiène sont à l'origine de souffrances et des maladies. Bien que faciles à prévenir, ils restent un des plus graves problèmes de santé à travers le monde. Dans cette perspective, on essaiera de répondre à cette objectif par la construction d'indicateurs de performance permettant d'évaluer le risque et l'impact de la contamination des eaux sur les usagers, mais aussi sur le personnel chargé de l'entretien des réseaux (les égoutiers).

Le tableau suivant montre la répartition géographique de certaines maladies à transmission hydrique. Ces mêmes maladies concernent plus particulièrement les pays pauvres et ceux en voie de développement.

Chapitre III Méthodologie d'évaluation de la durabilité

Maladie	Aire géographique	Nombre de cas/an	Nombre de morts/an
Maladies diarrhéiques y compris dysenterie	Monde entier	04 milliards	3 à 4 millions
Choléra	Amérique du sud, Afrique et Asie	384.000	20.000
Hépatite A	Monde entier	600.000 à 3 millions	2.400 à 12.000
Paratyphoïde et typhoïde	80 % en Asie, 20 % en Amérique latine et Afrique	16 millions	600.000
Polio	66 % en Inde, 34 % en Proche-Orient, Asie et Afrique	82.000	9000

Tableau 7 : Répartition géographique de certaines maladies à Transmission hydrique.

Parallèlement à ces données, on peut affirmer que les plus grandes victimes sont les enfants de moins de 5ans, spécialement due aux maladies diarrhéiques, comme le montre les chiffres suivants :

- Nombre de décès par jour de maladies diarrhéiques chez les enfants de moins de cinq ans en 2004 : 5000(Progrès pour les Enfants, rapport n°6 – PFC 6, UNICEF 2006).
- Le pourcentage de décès diarrhéiques liés à l'absence d'eau salubre et d'assainissement est de 88% (PFC 6).
- Le pourcentage du taux total de mortalité des enfants de moins de cinq ans due à la diarrhée: 17%, sans compter la diarrhée néonatale (OMS 2005, Groupe de Références Epidémiologiques sur la Santé de l'Enfant – CHERG).
- Nombre de décès par an provoqués par la diarrhée chez les enfants de moins de 5 ans : 1,5 millions (PFC 6).
- Nombre d'enfants de moins de 18 ans sans accès à un assainissement amélioré : 980 millions, dont 280 millions âgés de moins de cinq ans. (UNICEF, 2006).
- Proportion selon laquelle le nombre de décès liés à la diarrhée serait réduit suite à une amélioration de l'assainissement et de l'hygiène: 2/3 (Progrès pour les Enfants, rapport n°5 – PFC 5).
- Classement de la diarrhée comme cause de mortalité infantile: 2ème cause la plus élevée après la pneumonie (OMS 2005, CHERG).

Cet objectif est fractionné en deux sous objectifs ; l'un concerne les usagers en général et tous ceux qui utilisent le service d'assainissement, l'autre traite surtout du personnel chargé de l'entretien de ce service. :

1. Réduction des risques de maladies des usagers ;
2. Assurer le personnel contre les maladies dus aux eaux usées, mais aussi contre les accidents qui peuvent survenir.

Chapitre III Méthodologie d'évaluation de la durabilité

Le tableau suivant présente les sous objectifs et critères retenus :

Objectif	Sous objectifs	Critère
O1 : PSHS	So1 : PSHSU	C1 : Réduire les contaminations par les eaux usées
		C2 : Réduire les nuisances olfactives
	So2 : PSHSP	C3 : Protéger le personnel contre les maladies en contact avec les eaux usées.
		C4 : protéger le personnel contre les accidents de travail

Tableau 8 : objectifs et critères retenus.

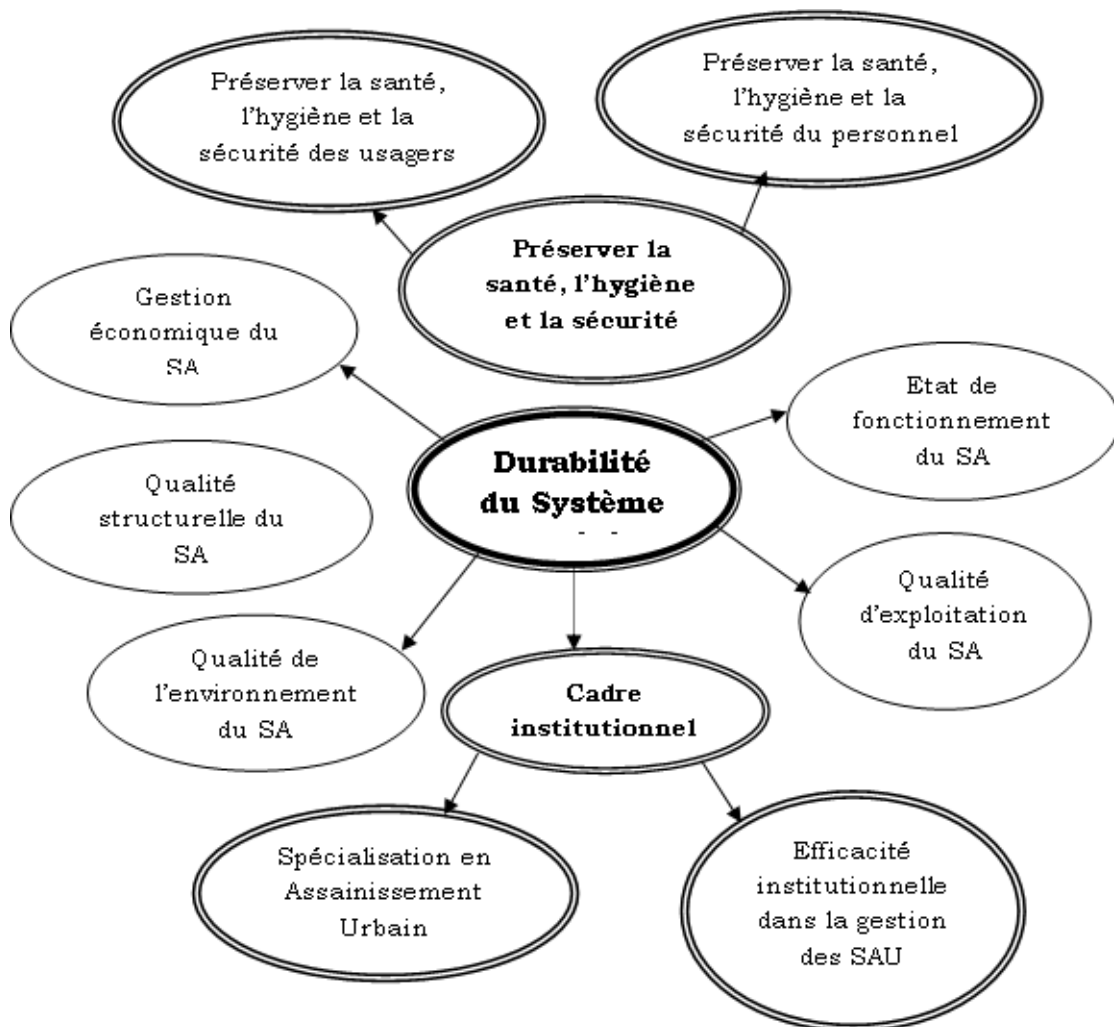


Figure 10 : Schéma récapitulatif des objectifs et critères retenus

III-3-1-1. Préserver la santé, l'hygiène et la sécurité des usagers (PSHSU).

a) Introduction

Selon l'OCDE (2003), plus d'un milliard et demi de personnes dans le monde n'ont toujours pas d'accès à de l'eau non polluée et que un tiers (2,4 milliards) ne dispose pas d'installation suffisante. L'urbanisation accélérée, la croissance démographique, la densité de la population et les changements de modes de consommation surtout pour les pays en voie de développement, expose l'environnement à des risques de pollution permanent, notamment en ce qui concerne l'hygiène et la santé publique.

Le rapport du ministère de l'aménagement du territoire et de l'environnement (MATE, 2003), précise que l'indicateur de l'évolution des maladies à transmission hydrique, est représenté par la fièvre typhoïde qui est connu cliniquement et correctement diagnostiquée au niveau des hôpitaux, ce même rapport indique aussi que l'augmentation du nombre de cas de maladies à transmission hydrique, coïncide avec l'augmentation du taux de raccordement national en matière d'AEP et d'assainissement.

b) Aspect réglementaire :

Les maladies d'origine hydrique sont des maladies transmissibles à déclaration obligatoire. Le code communal de 1976 comme la loi 98-08 du 7 avril 1990, relative à la commune précise les prérogatives de la commune en matière de service public de l'eau. L'article 107 de la loi du 07 avril 1990, stipule : « la commune a la charge de la préservation de l'hygiène et la santé publique notamment en matière :

- Distribution de l'eau potable,
- D'évacuation et de traitement des eaux,
- De lutter contre les vecteurs de maladies transmissibles.

L'état a répertorié les établissements les plus dangereux et les a soumis à des réglementations. Le décret exécutif N° 89-339 du 03 novembre 1998, définit la réglementation applicable aux installations classées fixant leur nomenclature, distingue 03 catégories :

- 1ere catégorie : Les installations soumises à autorisation du ministère chargé de l'environnement.
- 2eme catégorie : installations soumises à autorisation du Wali territorialement compétant.
- 3eme catégorie : installations soumises à autorisation du président de l'APC territorialement compétant.

c) Situation de l'Algérie en matière des maladies à transmission hydrique

Depuis l'indépendance, la tendance évolutive des maladies à déclaration obligatoire montre la prédominance des maladies liées à l'hygiène en général et à des maladies à transmission hydrique en particulier. Ces maladies, communément appelées les MTH, ne sont plus les maladies du sous-développement, mais des maladies du développement non durable. En effet, les sommes investies dans l'AEP et l'assainissement au cours de ces deux dernières décennies, sont énormes (plus de 3,8 milliards de dollars rien que pour la dernière décennie). Ceci a permis entre autre de ramener le taux de raccordement de l'AEP à plus de 80% et celui de l'assainissement à plus de 85% en milieux urbain.

Pour l'Algérie un nombre important de cas sont apparus pendant les années 1971, 1974, 1979, 1982,1986, celui de 1986 ayant été considéré comme une catastrophe épidémiologique nationale, 8008 cas cliniques de choléra et 450 décès ont été enregistré (CNES, 2006). Ces pics paradoxalement, coïncident avec l'augmentation du taux de raccordement national en matière d'AEP et d'assainissement.

Pour les années (2002-2003), le taux d'incidence moyen du MTH (tel que la fièvre typhoïde, dysenterie, hépatite virale) au niveau national est de l'ordre de 22,6 pour 1000000 habitant. Selon le rapport du CNES(2006) sur le développement humain, aucun cas de choléra et de dysenterie n'est plus révélé depuis 1996. L'incidence pour 100 000 habitants de la fièvre typhoïde est passée de 15,08 en 1995 à 2,64 en 2004 soit une régression annuelle de 17,60 %.

Le taux de contamination est un bon critère pour l'évaluation de l'état de santé d'un système d'assainissement.

d) Critère C₁ : Réduire les contaminations par les eaux usées

Les épidémies de maladies à transmission hydriques et parallèlement la mortalité infantile due aux maladies diarrhéiques se maintient à des niveaux élevés par rapport à des pays de même revenu, cependant depuis 1990, les maladies telles que le cholera ne cesse de diminuer pour disparaître à partir de 1996, l'incidence des autres maladies est de l'ordre de 20 sur 100000 habitants comme le montre le tableau 9.

Chapitre III Méthodologie d'évaluation de la durabilité

Année	Fièvre typhoïde	Dysenteries	Hépatite virale	MTH
2000	9.28	8.65	8.94	26.87
2001	6.87	9.36	4.25	20.48
2002	10.30	7.50	2.66	20.46

Tableau 9 : Incidence des MTH 1 / 100000 [BADRANI et al., 2003]

e) Les causes de contamination

Les causes principales des maladies d'origine hydrique due à l'assainissement sont :

- Consommation d'eau potable de faible qualité : risque associé à la proximité entre les égouts et les conduites de l'eau potable (cas de typhoïde enregistré à Ain taya en 2005).
- Eau de baignade de faible qualité
- Consommation des produit de pêche contaminé
- Une eau de faible qualité utilisée pour l'irrigation.

Parmi les origines de ces causes, on trouve :

- les cross-connexion entre réseaux d'AEP et d'Assainissement,
- les vides sanitaires inondés.
- les contaminations des réseaux et des différents points d'eaux par les infiltrations des eaux usées de surface ou de fosses perdues
- Rejets industriels et agricoles qui engendrent une contamination des eaux souterraines....

f) Quelques maladies d'origine hydrique :

- Ascariadiase : Nourriture non cuite ayant poussée dans un sol contaminé ou irrigué par des eaux usées non traitées.
- Choléra : Consommation d'une eau ou une nourriture contaminée par la bactérie du choléra.
- La diarrhée : Consommation ou utilisation d'eaux contaminées.
- Hépatite A : Transmise par l'eau, la nourriture et de personne à personne.
- La malaria : Transmise par la piqure des moustiques femelles, qui se multiplient dans les eaux fraîches ou occasionnellement dans les eaux saumâtres.

Chapitre III Méthodologie d'évaluation de la durabilité

- La fièvre typhoïde : Les principales sources d'infection sont l'eau et le lait contaminés, spécialement dans les communautés urbaines.

Une plus grande liste de maladie à transmission hydrique est présentée sous forme d'un tableau dans l'annexe A.

g) Critère C₂ : Réduire les nuisances olfactives.

Une odeur est due à un ensemble complexe de composés chimiques présents dans l'air, que l'on respire et que notre système olfactif perçoit, analyse et décode. Elle se caractérise par sa qualité, son intensité et son acceptabilité. Le plus souvent, les odeurs des émanations gazeuses proviennent de la dégradation anaérobie des affluents. La plus part du temps, elles sont perçues à proximité d'un ouvrage d'assainissement (STEP, les égouts...), les industries, amoncellements d'ordures....etc.

Les principaux composés malodorants rencontrés dans l'atmosphère et spécialement des stations d'épurations peuvent être classés en quatre familles (FNDAE, 1993) :

- Les composées soufrées : (hydrogène sulfuré, sulfure organique) sont à l'origine des odeurs les plus répandues, ils possèdent un seuil olfactif très faible et une odeur repoussante.
- Les composés azotés : (ammoniac, amines organiques) leur seuil olfactif est presque le même que les composés soufrés.
- Les composés acides : caractérisés par des odeurs vinaigrées pour les molécules à faible poids moléculaire et a une odeur rance, pour les chaine de carbone plus longue.
- Les aldéhydes, cétones et esters, offrent une gamme d'odeurs très vaste, elle s'étend du suffocant au fruité écœurant à mesure que leur poids moléculaire augmente.

Les nuisances dues aux odeurs sont multiples. L'impact le plus cité est la gêne olfactive. La principale source d'odeur émise dans les réseaux d'assainissement et dans les stations d'épuration est le sulfure de dihydrogène H₂S, dont l'odeur caractéristique d'œuf pourri est perceptible même à faible concentration. Ces nuisances peuvent mener à des plaintes physiques comme le mal de tête, le stress et les tendances au vomissement et dans certains cas, jusqu'à la mort, comme le montre le tableau 10.

Chapitre III Méthodologie d'évaluation de la durabilité

Concentration dans l'air (ppm)	Effets
0.1	Seuil de perception olfactif
5	Odeur modérée facilement détectable
10	Début d'irritation oculaire
25	Odeur fortement désagréable, éventuels problèmes pulmonaires et digestifs
100	Toux, irritation oculaire, perte de l'odorat après 2 à 5 minutes
200-500	Conjonctivite, irritation importante des voies respiratoires
500-700	Perte de conscience, mort possible par asphyxie après 30 à 60 minutes
>700	Perte de conscience rapide, mort

Tableau 10 : Effet du H₂S sur l'homme [SOURCE : Revue l'Eau, l'Industrie, les Nuisances]

Les composés sont pour la plus part mesurables en concentration dans l'atmosphère, néanmoins leur mesure en continue couterait très chère, les plaintes enregistrées par les services techniques constituent après vérifications, un bon indicateur pour évaluer la performance. Cette évaluation est continue et permet d'agir comme un signal d'alarme pour d'éventuels dysfonctionnements.

L'indicateur choisi, doit permettre une modélisation du risque, de ce fait le taux de riverains victimes ne parait pas adapté à l'évolution des nuisances olfactives, car :

- Le nombre de riverains victimes de nuisances dépend entre autre du site d'implantation de la station d'épuration.
- La nuisance est difficilement quantifiable et dépend de la direction du vent.
- Une plainte correspond à un foyer, lorsqu'un foyer est victime de nuisances olfactives, seule une personne adressera la plainte pour l'ensemble du foyer, de ce fait cette plainte ne représente pas le nombre de victimes.

L'indicateur proposé sera le nombre de jour ou une nuisance est avérée sur une année. Il aura l'avantage :

- La population de certaines villes varie fortement sur la période d'une année (ville balnéaire).
- Le calcul du nombre de jour de nuisance permet de conserver le pas annuel.

Chapitre III Méthodologie d'évaluation de la durabilité

- L'ensemble des riverains, victimes est intégré dans l'évolution de la performance.

En revanche, l'indicateur présente l'inconvénient :

- De ne pas quantifier l'ampleur de la nuisance.
- Il ne prend pas en considération la continuité de la nuisance, une nuisance sur plusieurs jours d'affilée, n'a pas le même impact qu'une fois par mois.

Mais néanmoins, cet indicateur ne doit pas dispenser le gestionnaire d'un inventaire des plaintes, car elles permettent la localisation de « point noir » prioritaire et peuvent révéler d'éventuels dysfonctionnements du réseau comme l'obturation.

III-3-1-2. Préserver la santé, l'hygiène et la sécurité du personnel (PSHSP)

Les égoutiers et les agents de la station d'épuration sont deux métiers particulièrement pénibles, compte tenu du caractère insalubre du travail.

Selon la thèse de [T.BONIERBALE, 2004], le personnel travaillant sur le réseau d'assainissement, est exposé à plusieurs nuisances :

- Chimique : gaz combustible, vapeur de liquide.....
- Physique : manque de lumière, excès d'humidité, température.....
- Infectieuse : parasites, virus, bactéries....
- Biologique : insectes, rongeurs....

Il est aussi exposé aux dangers qui provoquent les accidents de travail (chute de hauteur, renversement par un véhicule en surface, électrocution, incendie.....etc. La préservation de la santé, l'hygiène et la sécurité du personnel, nécessite des mesures préventives telles que la formation du personnel, doter les ouvriers d'équipements de sécurité....

a) Aspect réglementaire

Le décret présidentiel N° 06-59 du 11 février 2006, insiste sur la prise de mesures et encourager l'inclusion des questions de sécurité, d'hygiène et le milieu du travail dans les programmes de formation professionnelle de manière à répondre aux besoins de formation de tous les travailleurs.

Ce même décret insiste aussi sur les employeurs d'être tenus :

- De faire en sorte que les lieux de travail, les matériels, les procédés de travail, les substances et les agents chimiques, physiques ou biologiques ne représentent pas de risque pour les travailleurs.
- De fournir en cas de besoin, des vêtements de protection et un équipement de protection, afin de prévenir tout risque.

Chapitre III Méthodologie d'évaluation de la durabilité

- Faire face à la situation d'urgence et aux accidents, y compris des moyens suffisants pour l'administration des premiers secours.

L'article 19 du même décret, incite les travailleurs et leurs représentants dans l'entreprise à :

- Recevoir une formation appropriée dans le domaine de la sécurité et de l'hygiène du travail.
- Coopérer avec l'employeur dans le domaine de la sécurité et de l'hygiène du travail.

b) Critère C₃ protéger le personnel contre les maladies au contact des eaux usées.

Les agents biologiques présents dans les eaux usées constituent un risque majeur pour la santé du personnel travaillant sur le réseau d'égout.

Les différents risques sont :

- Risque infectieux : du fait de leurs origines très diversifiées, certains agents biologiques (bactéries, virus.....)présents dans les eaux usées sont des pathogènes, ils peuvent entraîner des maladies en particulier des infections.

La contamination peut se présenter par :

- voie cutanée ou muqueuse.
- voie respiratoire.
- Voie digestive.
- Risque toxique.

Les endotoxines (composantes de la paroi de certains agents biologiques) en concentration élevée peuvent être à l'origine de ce qu'on appelle, le syndrome des égoutiers. Cette maladie se présente par un malaise général, accompagné de frisson, fièvre et troubles digestifs de type diarrhée. Ce syndrome est d'apparition brutale et disparaît en 24h environs. Les endotoxines sont responsables aussi d'un état inflammatoire des voies respiratoires entraînant toux sèche et irritation du nez et de la gorge.

- Risque immuno-allergique : la présence de certaines bactéries et moisissures dans les réseaux d'égouts, peuvent entraîner des manifestations respiratoires du type allergique (pneumopathie d'hypersensibilité). La vaccination du personnel a un intérêt individuel dans le sens où elle protège les personnes travaillant sur le réseau d'eaux usées. Elle a aussi un intérêt collectif en contribuant à la diminution de la propagation des germes et des virus.

Chapitre III Méthodologie d'évaluation de la durabilité

Pour ce critère, on a dégagé deux indicateurs de performance, à savoir :

- Le taux du personnel contaminé par les eaux usées.
- Le taux de protection du personnel contre les maladies.

c) Critère C₄ Réduire le nombre d'accident de travail.

Prévention est mère de sûreté, cet adage ne peut être plus juste que dans le cas de la recherche de la réduction des accidents de travail, la prévention reste le moyen le plus efficace pour les éviter, quelques mesures doivent être prise pour diminuer leurs nombre :

a) Prévention technique collective.

- Utilisation d'un détecteur de gaz.
- Installations électriques protégées.
- Procédure d'organisation des secours et matériel de secours.

b) Prévention individuel.

- Vêtements de travail.
- Bottes de sécurité antidérapantes ou cuissardes, gants, casque, lampe frontale, gilet de sauvetage.
- Baudrier fluorescent et réfléchissant pour l'opérateur de surface.
- Masque à cartouche en cas d'émanation de gaz toxiques.
- Harnais et longe de sécurité.
- Bonne hygiène corporelle.

c) Formation-Information-Sensibilisation

- Information sur les risques des agents biologiques.
- Formation aux bonnes pratiques d'hygiène.
- Connaissance de la conduite à tenir en cas d'accident du travail.
- Formation de sauveteur secouriste du travail.
- Formation à la mise en œuvre et à l'utilisation des équipements de protection individuelle.
- Formation PRAP (Prévention des Risques liés à l'Activité Physique).

Pour pouvoir évaluer la performance de ce critère, trois (03) indicateurs ont été développés, à savoir :

- Taux de personnel formé à la sécurité.
- Taux d'accident de travail.
- Taux du personnel équipé contre les accidents de travail.

III-3-2. Objectif O₂ : Avoir un cadre institutionnel compétent en matière des systèmes d'assainissement urbain (CICSAU).

La gestion des réseaux d'assainissement en Algérie est passé par plusieurs étapes depuis l'indépendance jusqu'à nos jours. Selon (M. Cherrared et al, 2007) Elle a toujours été faite au coup par coup, souvent pour répondre à des objectifs et des besoins localisés immédiats sans considérer la durabilité des systèmes et leur impact sur l'environnement à moyen et long termes.

En Algérie, les gestionnaires et les décideurs ont une logique qui privilégie l'investissement sur l'exploitation, alors qu'un projet est un tout. Lors de son évaluation on doit tenir compte à la fois des investissements et des coûts d'exploitation et d'entretien, or pour certain nombre d'infrastructures, telles que celles de l'assainissement en général et de l'épuration en particulier, on accepte d'inscrire la réalisation du projet sans se préoccuper de la gestion de l'exploitation. Les coûts de gestion ne sont couverts ni par le budget de fonctionnement ni par la tarification de l'eau (qui est de 20% sur la facture d'eau potable) qui est loin de suffire. Ce qui donne comme résultat, des infrastructures vite abandonnée.

a) Gestion et contrôle des infrastructures hydrauliques :

La gestion des réseaux d'assainissement en Algérie a connu plusieurs étapes, au lendemain de l'indépendance les missions de l'hydraulique étaient réparties entre, d'une part ; le secteur des Travaux Publics et, d'une autre part, celui de l'Agriculture, une institution d'hydraulique n'a pas encore vu le jour. Le secteur des Travaux Publics et de la construction assurait l'essentiel des missions à travers une direction centrale au niveau du Ministère et deux services extérieurs : le SES (service des études scientifiques, actuellement ANRH) et le SEGGTH (service des études générales et des grands travaux hydrauliques, actuelle ANB et en partie l'AGEP) voir schéma qui suit. Le Ministère de l'Agriculture, de son côté, assurait toutes les prérogatives relatives à l'irrigation et à l'hydraulique rurale.

Entre 1970 et 1989 toutes les missions relatives à l'hydraulique sont regroupées au niveau d'un seul département ministériel, elles ont été assuré par :

Le secrétariat d'Etat à l'Hydraulique entre 1970 et 1977 ;

- Le Ministère de l'Hydraulique et de la mise en valeur des terres et de l'environnement entre 1978 et 1980 ;
- Ministère de l'Hydraulique entre 1980 et 1984 ;
- Ministère de l'Environnement et des Forêts

La période entre 1970 et 1980 a été marquée par :

Chapitre III Méthodologie d'évaluation de la durabilité

- La mise en place de Directions de l'Hydraulique de Wilaya qui assurent les missions hydrauliques au niveau territoriale ;
- La création d'entreprise d'études et de réalisation.

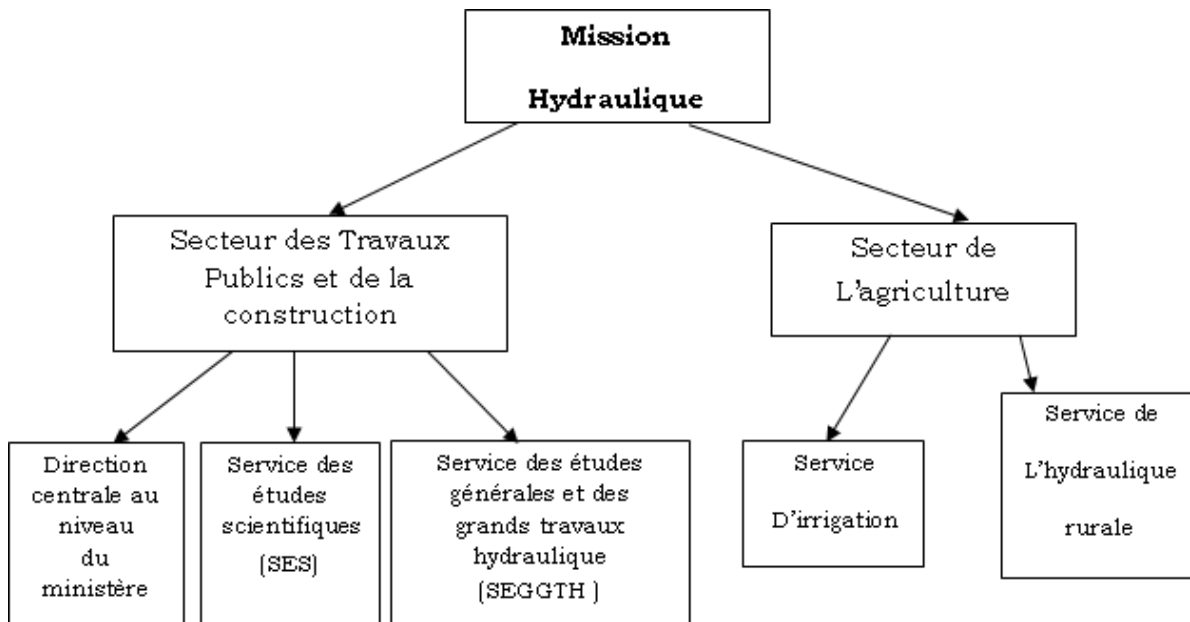


Figure 11 : Organigramme de la mission d'hydraulique

Les années 80 quand à eux, ont été caractérisées par :

- La création d'un bureau de contrôle technique des constructions hydrauliques (CTH) ;
- La création de l'agence Nationale des Barrages, et de l'Agence Nationale de l'Eau Potable et de l'Assainissement et de l'Agence Nationales de l'irrigation et du Drainage.
- La création d'Office de Périmètres Irrigués (5 régionaux et 8wilaya)
- La création des établissements de l'eau.
- La promulgation d'un décret définissant les modalités de tarification de l'eau potable, industrielle et agricole et l'affirmation du principe du recouvrement progressif de l'amortissement des infrastructures.

Pendant la période entre 1989 et 1999 il a été procédé à :

- La modification du statut des établissements de l'eau (passage du statut d'EPE à celui d'EPIC).
- L'institution d'une redevance assainissement de 10% puis de 20% de la facture d'eau potable ;
- La création des agences de bassins hydrographiques
- La définition de nouvelles modalités de tarification (tarification régionale et instauration de redevances) ;

Chapitre III Méthodologie d'évaluation de la durabilité

- La création d'un fonds national de l'eau potable et de l'assainissement alimenté par les redevances ;
- La création d'un fond national de gestion intégrée des ressources en eau alimenté par des redevances " économie de l'eau " et " qualité de l'eau ".

Concernant les réalisations hydrauliques, les projets d'assainissement ont été réalisés essentiellement par les collectivités locales avec l'appui des Directions de l'Hydraulique de Wilaya, il faut aussi noter que dans leur grande majorité, réalisés par des entreprises algériennes avec la participation du secteur privé. Les équipements des stations d'épuration sont fabriqués par des fournisseurs étrangers mais des entreprises algériennes (PMH, ENCC, ENEL.....) interviennent en partie dans ce domaine. Les réseaux d'assainissement sans les cités, ont été réalisés par les OPGI et les EPLF. L'AGEP (Agence de l'eau potable et industrielle et de l'assainissement) s'occupe essentiellement des missions d'étude et de contrôle, ainsi elle assure :

- Au développement et à l'efficacité des entreprises de gestion des infrastructures d'hydraulique urbaine ;
- A la normalisation, à la tarification et à la tenue du cadastre en matière d'alimentation en eau potable, industrielle et d'assainissement.

b) Des établissements de gestion et de contrôle inefficaces.

Selon le (CNES, 2004) Les performances et des établissements ne sont pas satisfaisantes, ce manque de performance peut s'expliquer par des raisons propres à toute entreprise publique comme :

- Absence de motivation
- Manque d'autonomie ;
- Perfectionnement de l'encadrement insuffisant
- Sureffectifs,
- Pas de culture de respect des clients....etc.

L'organisation et la stratégie du secteur d'assainissement influent également sur les établissements de gestions, lorsque les pouvoirs publics n'accordent pas l'importance qu'il faut à l'exploitation, à l'entretien et au renouvellement des infrastructures, il en résulte des impacts négatifs sur la population et sur l'environnement.

Le bon fonctionnement des réseaux d'assainissement nécessite une gestion par un service spécialisé doté de moyens techniques et financiers, ce service doit avoir un personnel compétant et motivé. Les gestionnaires de ce service doivent encourager les ressources humaines compétentes pour la collecte, l'analyse et le traitement de données et d'informations pour le bon

Chapitre III Méthodologie d'évaluation de la durabilité

fonctionnement de réseaux et ce, en le dotant d'outils d'analyse d'informations, d'un système de diagnostic et d'auto surveillance, d'un système d'archivage de données, de méthodologie de mesure et de calcul....etc. Il doit aussi faire participer la population à la protection de l'environnement et à la préservation de leur santé par information et sensibilisation. L'efficacité de service de gestion d'assainissement se traduit par :

- Un niveau élevé de satisfaction des usagers
- La connaissance parfaite de réseaux et l'anticipation des risques,
- Le maintien du patrimoine (maintenance et renouvellement),
- préservation du milieu à long terme et la limitation de la durée de non fonctionnement des STEP
- etc.

Ces recommandations vont nous servir lors de la construction de nos critères et indicateurs.

Deux sous objectifs ont été retenus suivant le résumé de ce qu'a été dit plus haut

1. Assurer une gestion par un service spécialisé dans l'assainissement urbain (SSAU).
2. Efficacité institutionnelle des systèmes d'assainissement urbain (EISAU).

c) Assurer une gestion par un service spécialisé dans l'assainissement urbain (SSAU)

Avoir institution spécialisée dans un service est un gage d'une bonne gestion et même si le service de gestion est compétent, il doit être contrôlé par une institution étatique. C'est dans ce contexte qu'on dégage deux sous objectifs :

- a) Existence d'un service spécialisé en assainissement urbain.
- b) Existence d'une institution de contrôle technique d'assainissement.

d) Efficacité institutionnelle des systèmes d'assainissement urbain (EISAU)

Une institution efficace dans l'exploitation des infrastructures d'assainissement doit assurer :

- Assurer une exploitation efficace du réseau d'assainissement ;
- Limiter la pollution de l'environnement due aux eaux usées ;
- Préserver la santé de la population ;
- Assurer une bonne qualité de service pour les usagers ;
- Assurer une coordination entre les différents secteurs concernés.

Chapitre III Méthodologie d'évaluation de la durabilité

Nous partons aussi du principe qu'un réseau bien entretenu, est un réseau qui dure, dans ce contexte et dans le souci de répondre aux exigences citées plus haut, trois (03) critères ont été dégager :

- a) Pérennité du service ;
- c) Qualité relationnel avec les usagers ;
- d) Certification et normalisation.

Le tableau suivant présente les sous objectifs et critères retenues :

Objectif	Sous objectifs	Critère
O2 : CICSAU	So3 : SSAU	C5 : Existence d'un service spécialisé en assainissement urbain
		C6 : Existence d'une institution de contrôle technique d'assainissement.
	So4 : EISAU	C7 : Pérennité du service.
		C8 : Qualité relationnel avec les usagers.
		C9 : Certification et normalisation.

Tableau 11 : Sous objectif et critères retenus pour le l'Objectif 2.

III-3-3) Présentation synthétiques des indicateurs retenus.

Objectif	Sous objectif	Critères	Indicateurs	Nomination
Préservé la santé, l'hygiène et la sécurité des usagers et du personnels	Préserver la santé, l'hygiène et la sécurité des usagers	C1 : Réduire la contamination par les eaux usées	Taux de personne contaminé par les eaux usées	I ₁
		C2 : Réduire les nuisances olfactives	Le taux de nuisance olfactive	I ₂
	Préserver la santé, l'hygiène et la sécurité des usagers et du personnel	C3 : Protéger le personnel contre les maladies en contact avec les eaux usées.	Taux annuel contaminés par le contact avec les eaux usées	I ₃
			Taux annuelle de protection du personnel contre les maladies	I ₄
		C4 : Réduire le nombre d'accident de travail	Taux du personnel formé à la sécurité	I ₅
	Taux annuel d'accident de travail		I ₆	
	Taux de personne équipé		I ₇	

Tableau 12 : Objectif santé, l'hygiène et la sécurité des usagers.

Chapitre III Méthodologie d'évaluation de la durabilité

Objectif	Sous objectif	Critères	Indicateurs	Identifiant	
Avoir un cadre institutionnel compétent en matière des systèmes d'assainissement urbain (CICSAU)	Assurer une gestion par un service spécialisé avec un contrôle technique en assainissement (SSAU)	C5 : Existence d'un service spécialisé en assainissement urbain	Existence d'un service spécialisé en assainissement urbain.	I ₈	
		C6 : Existence d'une institution de contrôle technique d'assainissement.	Existence d'une institution de contrôle technique d'assainissement.	I ₉	
	Efficacité institutionnelle des systèmes d'assainissement urbain (EISAU)	C7 : Pérennité du service.		Indice de connaissance des installations d'assainissement	I ₁₀
				Taux de renouvellement du réseau d'assainissement	I ₁₁
				Le taux de points noir ou Nombre de points dans réseau	I ₁₂
				Nombre de jour de dysfonctionnement de la STEP	I ₁₃
		C8 : Qualité relationnel avec les usagers.		Taux de réclamations	I ₁₄
				Le délai moyen de réponse à une plainte ou réclamation	I ₁₅
				Taux d'efficacité du service de traitement des plaintes et réclamations	I ₁₆
				Existence d'un service ou budget sur l'information et la sensibilisation	I ₁₇
		C9 : Certification et normalisation.		Obtention de la certification iso 9001	I ₁₈
				Obtention de la certification iso 14001	I ₁₉

Tableau 13 : Objectif cadre institutionnel compétent en matière des systèmes d'assainissement urbain.

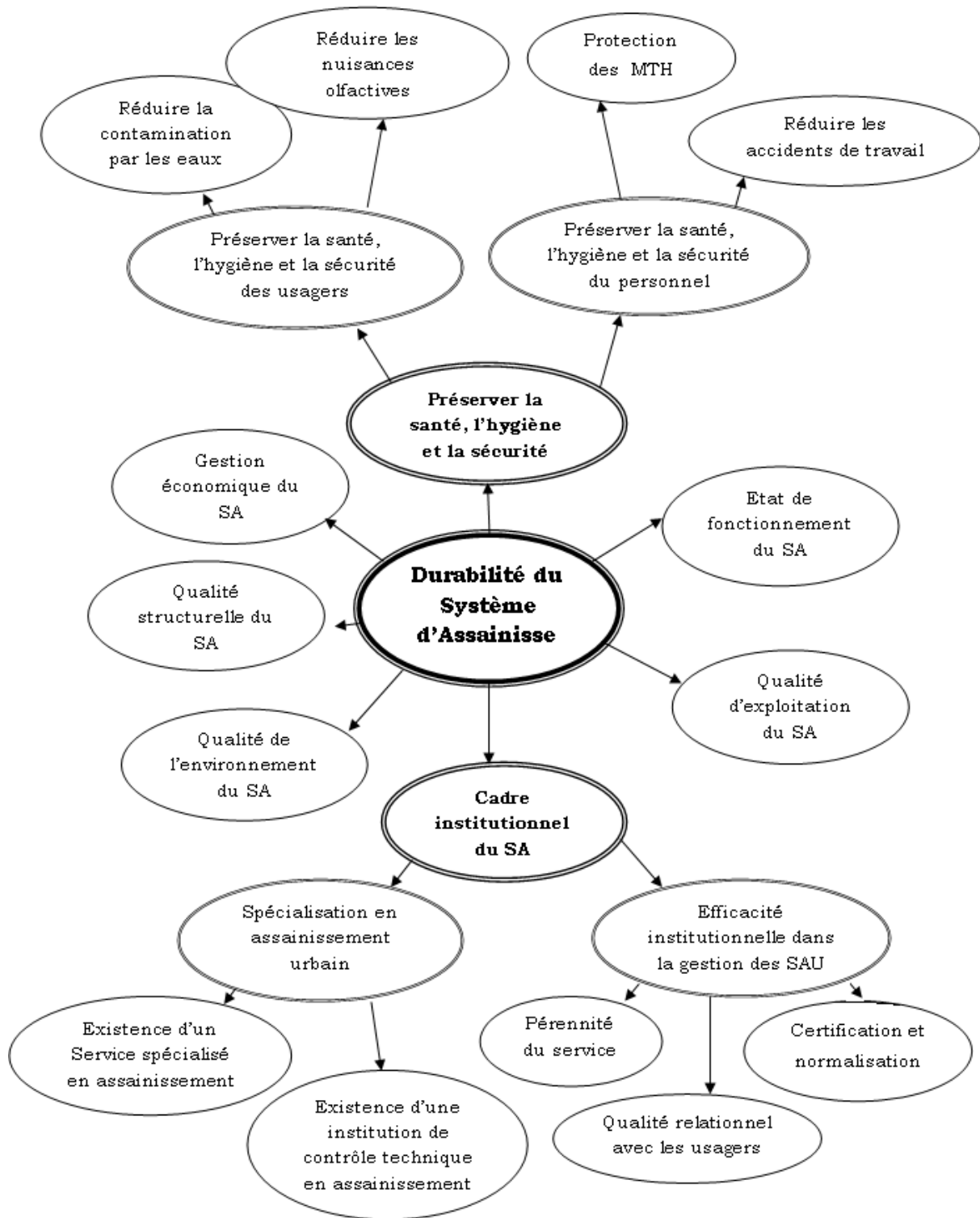


Figure 12 : schéma général des objectifs recensés et des deux retenus

III-4. Les indicateurs et le mode de calcul de leurs performances.

III-4-1. Préservez la santé, l'hygiène et la sécurité (PSHS).

1) Indicateur de performance I_1 : Taux annuel de contamination des usagers dû aux réseaux d'assainissement

- **Définition :**

Cette indicateur est défini comme le nombre de contaminations enregistrées pendant une année rapporté au nombre d'habitant. Il rapporte aussi le nombre de cas de maladies d'origine bactérienne, parasitaire ou virale (liste des maladies est présenté en annexe A).

- **Méthode d'évaluation :** cet indicateur est évalué par la formule suivante :

$$I_1 = \frac{\sum_{i=1}^n N_{ci}}{N_{hab}} \times 100000$$

Avec :

- N_{ci} : Le nombre de contamination pour la maladie i par an.
- N_{hab} : Nombre total desservi par le réseau.
- n : Nombre de maladies à transmission hydrique qui peut atteindre l'utilisateur.

- **Evaluation de la performance de l'indicateur :**

On n'a pas trouvé de littérature pour évaluer la performance de cet indicateur, sa complexité réside dans le fait qu'il est lié directement à la santé humaine, mais néanmoins on peut estimer sa performance maximale ($PI = 1$) si l'indicateur est nul et si il y un seul malade, on considère que le système n'a pas rempli sa fonction et ce se fait aura la note de zéro.

$$P = 1 \text{ si } I = 0$$

Sinon

$$P = 0$$

- **Source de données :**

Différents source sont disponible pour l'acquisition de cette donnée, elle peut être disponible dans le recensement des hôpitaux, centre de santé, direction de la santé et de la population (DSP), les services hygiène, technique ou d'hydraulique de l'APC, les directions ou les subdivisions d'hydraulique. Par contre le nombre total de la population, se trouve directement au niveau du service technique de l'APC.

2) Indicateur de performance I₂ : Le taux de nuisance olfactive.

- **Définition :**

C'est le nombre de jour ou une nuisance olfactive est avérée sur une année.

- **Méthode d'évaluation :** cet indicateur est évalué par la formule suivante :

$$I_2 = N_{no}$$

Avec :

- N_{no} : nombre de jour ou une nuisance olfactive est avérée (jours/an).

- **Source de données :**

Elles sont comptabilisées soit par le nombre de réclamations des usages (plainte) soit par constat des services.

-

- **Calcul de la performance :**

L'indicateur proposé ici sera le nombre de jours où une nuisance est avérée sur une année.

Cet indicateur présente plusieurs avantages :

- La population de certaines villes varie fortement sur la période d'une année (villes balnéaires) ;
- Le calcul de nombre de jours de nuisances permet de conserver le pas de temps annuel ;
- L'ensemble des riverains, victimes est intégré dans l'évaluation de la performance. Celle-ci ne dépend plus, par exemple, de la plus ou moins grande présence de riverains dans la zone d'impact (période de vacances pendant laquelle la zone sera partiellement dépeuplée). L'évaluation ne dépend pas non plus du nombre de personnes vivant dans le foyer plaignant.

En revanche, il présente l'inconvénient de ne pas quantifier l'ampleur de la nuisance. Mais il a été précisé que cette quantification se révélait délicate. L'indicateur ne permet pas non plus de prendre en compte la continuité de la nuisance. Une nuisance sur plusieurs jours d'affilée n'a pas le même impact qu'une fois par mois.

Néanmoins, le calcul de cet indicateur ne doit pas dispenser le gestionnaire d'un inventaire des plaintes et des constatations. La gestion informatisée de ces informations permettrait en sus la localisation de « points noirs » prioritaires. Elles peuvent révéler d'éventuels dysfonctionnement du réseau

Chapitre III Méthodologie d'évaluation de la durabilité

comme l'obturation des conduites, ...etc. Ces informations sont essentielles au niveau opérationnel.

L'objectif maximal est un nombre de jours de nuisance égal à zéro. L'existence d'un tel résultat ne révèle pas pour autant l'absence de dysfonctionnement. [T. BONIERBALE, 2004] a indiqué une fréquence de nuisance de l'ordre d'une à deux fois par mois semble être une limite acceptable. Ce seuil est représenté par une fourchette correspondant à un nombre de jours de nuisance compris entre 12 et 24 jours. Cette fourchette donne la performance minimale c'est-à-dire les valeurs de l'indicateur pour lesquels la note est égale à zéro. La fonction de performance proposée est discrète. La performance diminue avec l'augmentation de la valeur de cet indicateur suivant les valeurs indiquées dans le tableau suivant :

Nombre de jours de nuisance	Note de performance
[0 ; 2]	6
]2 ; 4]	5
]4 ; 6]	4
]6 ; 8]	3
]8 ; 10]	2
]10 ; 12]	1
]12 ; 24]	0
]24 ; 365]	-1

Tableau 14 : Attribution de performance selon l'échelle [BONIERBALE, 2004].

Lorsque le nombre de jours de nuisances dépasse 24, ce qui correspond à une fois toutes les deux semaines, les nuisances sont considérées comme inacceptables et la note de performance est égale -1. (Pour cet auteur la performance négative est fonction d'alerte).

Pour construire notre diagramme de performance, on se propose d'utiliser le classement préconisé par « Bonierbale » pour exposer le nôtre dans le tableau 15.

Chapitre III Méthodologie d'évaluation de la durabilité

Performance	Excellente	Bonne		Acceptable		Médiocre		Mauvaise
Note de performance	1	0,86	0,72	0,57	0,43	0,28	0,14	0
Note de Bonierbale	6	5	4	3	2	1	0	-1
Nbre de jours	0-2	2-4	4-6	6-8	8-10	10-12	12-24	24-365

Tableau 16 : Classe de performance de I_2 .

Il s'agit de ramener l'échelle de Bonierbale, qui noté de [-1,6] à une autre échelle [0,1]. Il est consigné que la note (-1) est enregistrée comme fonction d'alerte dans la notation de Bonierbale.

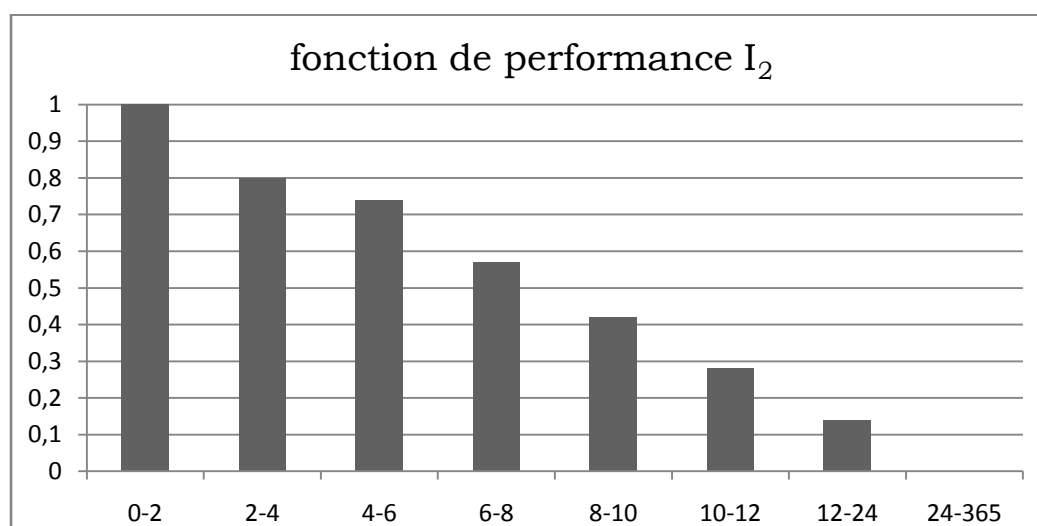


Figure 13 : Représentation de la performance de l'indicateur I_2 .

- Source de données :

Elles sont disponibles chez l'organisme opérant sur le système d'assainissement (ONA, APC).

3) Indicateur de performance I_3 : Taux annuel de contamination du personnel au contact des eaux de réseaux d'assainissement

- Définition :

Cet indicateur est défini comme le nombre de contaminations enregistrées pendant une année rapporté au nombre total du personnel travaillant sur le réseau d'assainissement.

- **Méthode d'évaluation :**

Cet indicateur est évalué par la formule suivante :

$$I_3 = \frac{\sum_{i=1}^n N_{\text{Pers-cont}_i}}{N_{\text{Pers}}} \times 100$$

Avec

$N_{\text{Pers-cont}_i}$: Le nombre de personne contaminé par la maladie i .

N_{pers} : Nombre total desservi par le réseau.

- **Evaluation de la performance de l'indicateur :**

On n'a pas trouvé de littérature pour évaluer la performance de cet indicateur, sa complexité réside dans le fait qu'il est lié directement à la santé humaine, mais néanmoins on peut estimer sa performance maximale ($PI = 1$) si l'indicateur est nul.

$$P = 1 \text{ si } I = 0 \text{ Sinon } P = 0$$

- **Source de données :**

Différents source sont disponible pour l'acquisition de cette donnée, les hôpitaux, les organismes opérant sur les réseaux d'assainissement et enfin la CNAS.

4) Indicateur de performance I_4 : Taux de vaccination.

- **Définition :**

C'est le rapport entre le nombre de maladies visées par le vaccin et le nombre total de maladies qui peuvent atteindre la santé du personnel travaillant sur le réseau d'assainissement.

- **Méthode de calcul :**

$$I_4 = \frac{N_{\text{ma_va}}}{N_{\text{ma_po}}} \times 100$$

Avec :

- $N_{\text{ma_va}}$: Nombre de maladies visées par vaccin pour le personnel.
- $N_{\text{ma_po}}$: Nombre total de maladie ou il ya possibilité d'être contaminé dans le cadre du travail du personnel.

- **Evaluation de la performance de l'indicateur :**

On n'a pas trouvé d'échelle pour cet indicateur, mais néanmoins on se propose de prendre le nombre de maladie vaccinable que rencontre le travailleur dans le cadre de ces activités comme référence, nous avons dénombré 05 maladie :

Chapitre III Méthodologie d'évaluation de la durabilité

Fièvre typhoïde, hépatite A, tétanos, leptospirose, diphtérie. On conçoit que les risques ne sont pas les mêmes pour toutes les maladies, mais toutefois, le nombre de vaccins est un bon indicateur qui renseigne sur la bonne prise en charge des travailleurs.

Performance	Très mauvaise	Moyenne		bonne		Excellente
	0	0,2	0,4	0,6	0,8	1
Taux vaccination	0	20%	40%	60%	80%	100%

Tableau 17 : Classe de performance de I₄.

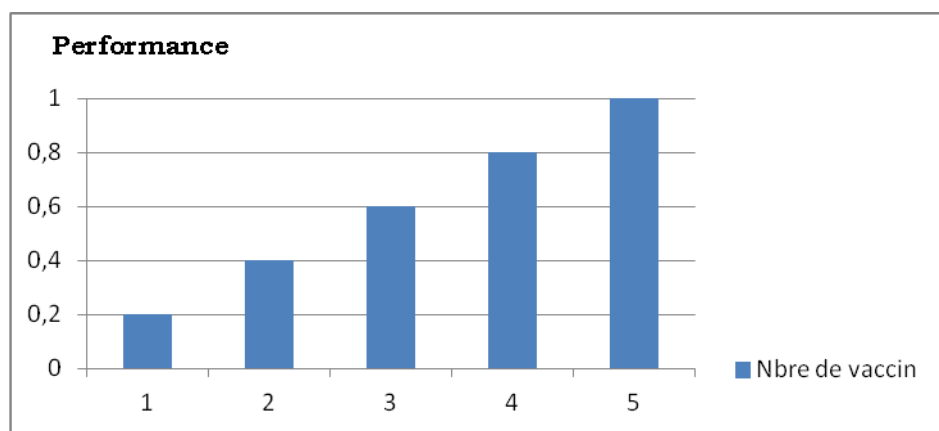


Figure 14 : Performance de l'indicateur I₄ de taux de vaccination

- Source de données :

Différentes sources sont disponibles pour l'acquisition de cette donnée, les hôpitaux, les organismes opérant sur les réseaux d'assainissement et enfin la CNAS.

5) Indicateur de performance I₅ : Taux de personnel formé à la sécurité

- Définition :

C'est le rapport entre le nombre de personnes formées à la sécurité travaillant sur le réseau d'assainissement et le nombre du personnel total.

- Méthode de calcul :

$$I_5 = \frac{N_{p-s}}{N_{pers}} \times 100$$

Avec

- N_{p_s} : Nombre de travailleurs formé à la sécurité.
- N_{pers} : Nombre total de personnes travaillant sur le réseau.

– **Evaluation de la performance de l'indicateur :**

On n'a pas trouvé de littératures en ce qui concerne l'évaluation de la performance de cet indicateur, mais on se propose de faire le nôtre basé sur le pourcentage de personnel, comme ceci :

La note de la performance de l'indicateur I sur 100.

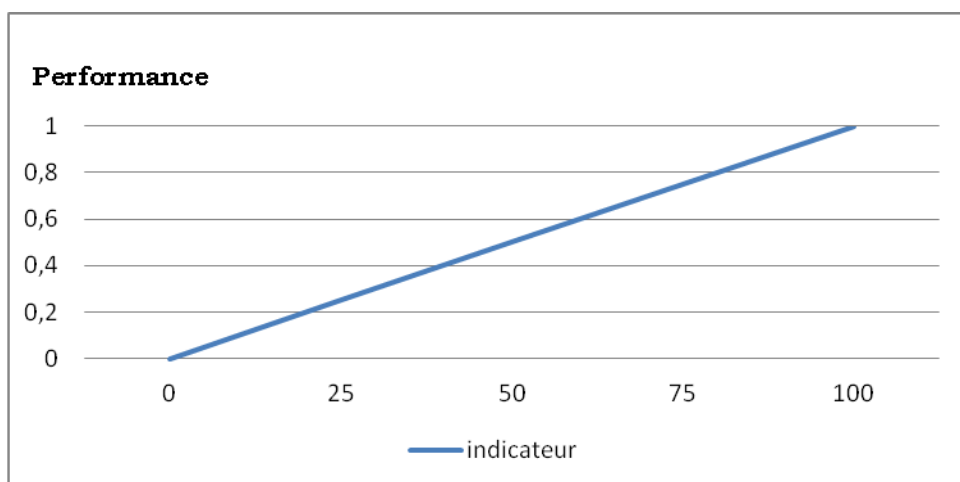


Figure 15 : graphe de la Performance de l'indicateur I_5

– **Source de données :**

Différents source sont disponible pour l'acquisition de cette donnée, les hôpitaux, les organismes opérant sur les réseaux d'assainissement et enfin la CNAS. Pour le nombre du personnel total, il peut être disponible chez l'organisme opérant sur ce dernier.

6) Indicateur de performance I_6 : Taux annuel d'accident de travail.

– **Définition :**

Il est défini comme le nombre total d'accident de travail pendant une année reporté au nombre total du personnel travaillant sur le réseau d'assainissement.

– **Méthode de calcul :**

$$I_6 = \frac{N_{ac_tr}}{N_{pers}} \times 100$$

Avec :

- N_{ac_tr} : Nombre total d'accident de travail pendant une année.
- N_{pers} : Nombre total du personnel travaillant sur le réseau.
- **Evaluation de la performance de l'indicateur :**

On n'a pas trouvé dans la littérature une évaluation spécifique, mais néanmoins, on peut dire que la performance de cet indicateur peut atteindre le maximum quand ce dernier est au minimum, zéro accident, ce qui va nous donner une courbe de performance contraire à l'évaluation de l'indicateur lui-même (performance proposé).

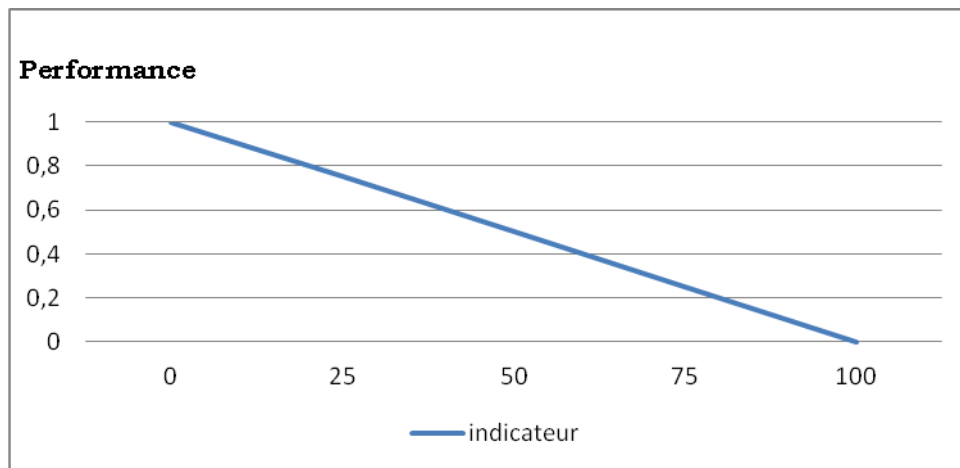


Figure 16 : graphe de la Performance de l'indicateur I₆

- **Source de données :**

Les hôpitaux, les organismes opérant sur les réseaux d'assainissement la CNAS, peuvent être une source de données. Pour le nombre du personnel, il peut être disponible chez l'organisme opérant sur le réseau.

7) Indicateur de performance I₇ : Taux de personnel équipé contre Les accidents de travail.

- **Définition :**

C'est le rapport entre le nombre de personnes équipées contre les accidents de travail et nombre total du personnel du réseau d'assainissement.

– **Méthode de calcul :**

$$I_7 = \frac{N_{\text{pers_eq}}}{N_{\text{pers}}} \times 100$$

Avec :

- $N_{\text{pers_eq}}$: Nombre de personne équipées contre les accidents.
- N_{pers} : Nombre de personne travaillant sur les réseaux.
- **Evaluation de la performance de l'indicateur :**

On n'a pas trouvé de littératures en ce qui concerne l'évaluation de la performance de cet indicateur, mais on se propose de faire le nôtre basé sur le pourcentage de personnel, comme le montre la figure 17.

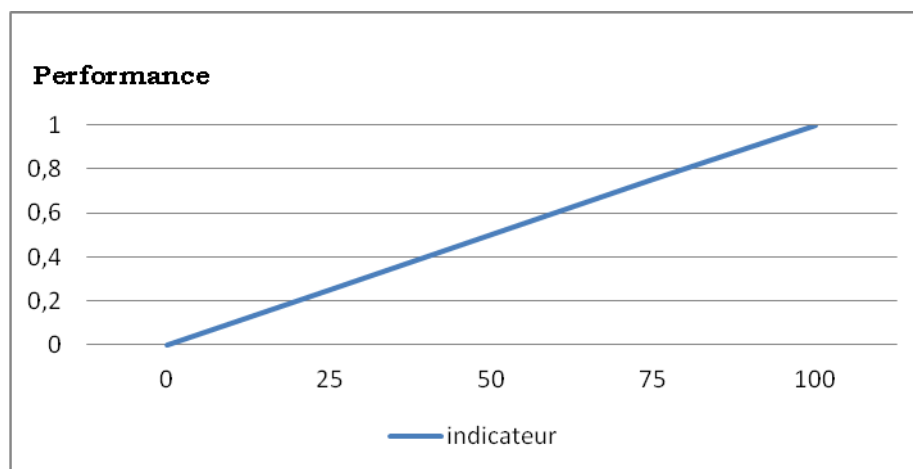


Figure 17 : Performance de l'indicateur I_7

– **Source de données :**

L'information peut être disponible chez l'organisme opérant sur le réseau d'assainissement.

III-4-2. Avoir un cadre institutionnel compétent en matière des systèmes d'assainissement urbain (CICSAU).

1) Indicateur de performance I_8 : Existence d'un service spécialisé en assainissement

– **Définition :**

Cet indicateur nous informe sur l'existence d'un service spécialisé.

– **Méthode d'évaluation :**

Chapitre III Méthodologie d'évaluation de la durabilité

Cet indicateur est évalué comme ceci :

Si le service existe $I = 1$, sinon $I = 0$

– **Evaluation de la performance de l'indicateur :**

On n'a pas trouvé de littérature pour évaluer la performance de cet indicateur, néanmoins on peut estimer sa performance comme ceci.

$P = 1$ si $I = 1$

Sinon

$P = 0$

Ce service existe, ce qui nous fait une performance de un.

2) Indicateur de performance I_9 : Existence d'une institution de contrôle technique d'assainissement

– **Définition** : cet indicateur nous informe sur l'existence d'une institution de control technique des réseaux d'assainissement.

– **Méthode d'évaluation** : cet indicateur est évalué comme ceci :

Si le service existe $I = 1$, sinon $I = 0$

– **Evaluation de la performance de l'indicateur** : On n'a pas trouvé de littérature pour évaluer la performance de cet indicateur, néanmoins on peut estimer sa performance comme ceci.

$P = 1$ si $I = 1$

Sinon

$P = 0$

Cette institution existe, ce qui nous fait une performance de un.

3) Indicateur de performance I_{10} : Indice de connaissance des installations d'assainissement.

– **Définition** :

Cet indicateur nous renseigne sur le taux d'information qu'on possède sur notre réseau d'assainissement. L'information est un bon indicateur.

– **Méthode d'évaluation** :

Cet indicateur est évalué par la formule suivante :

$$I_{10} = I_c$$

Avec :

Chapitre III Méthodologie d'évaluation de la durabilité

– I_c : indice de connaissance de notre réseau suivant le classement Yves Cousquet.

– **Source de données :**

Elles sont disponibles chez l'organisme opérant sur le système d'assainissement (ONA, APC, service hydraulique).

– **Calcul de la performance de l'indicateur :**

Pour construire notre diagramme de performance, on se propose de suivre l'échelle préconisée par Yves Cousquer dans le tableau III-12.

Performance	Excellent	Bonne	Satisfaisante	Médiocre	Mauvaise	Très mauvaise
Note performance	1	0,8	0,6	0,4	0,2	0
Taux	100%	80%	60%	40%	20%	00%
Réalisation	mise en œuvre du plan	idem + plan pluriannuel renouvellement;	idem + localisation des interventions	idem + diamètre, âge, matériau sur chaque tronçon	plan complet, mais informations incomplètes	absence de plan

Tableau 18: Classe de performance d' I_{10} .

Dans le cadre de notre étude, Il s'agit de ramener l'échelle de Yves Cousquer, qui noté de [0,100] à une autre échelle [0,1] en la divisons sur 100.

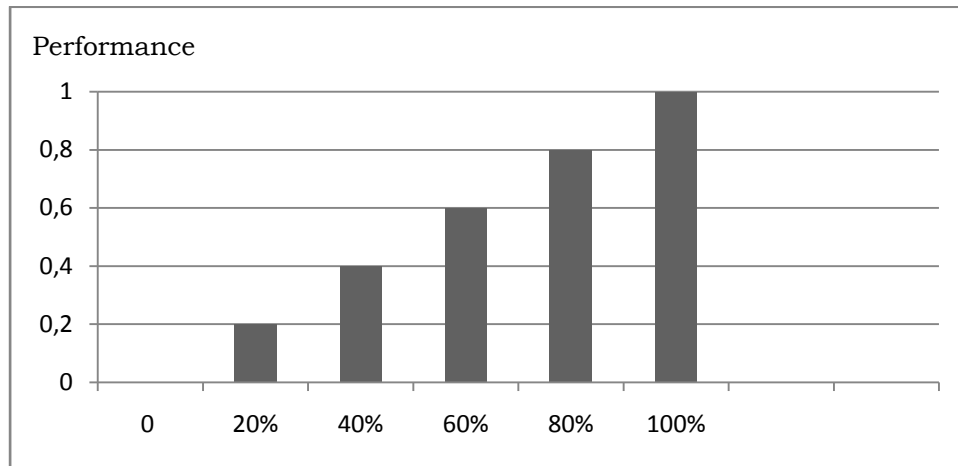


Figure 18 : Graphe de la Performance de l'indicateur I₁₀

4) Indicateur de performance I₁₁: Taux de renouvellement du réseau d'assainissement.

- **Définition** : C'est le rapport entre la longueur des canalisations renouvelées au cours de l'année et la longueur du réseau (hors branchement).
- **Méthode d'évaluation** : cet indicateur est évalué par la formule suivante :

$$I_{11} = \frac{L_{c-r}}{L_r} \times 100$$

Avec

- L_{c-r} : est la longueur moyenne des canalisations renouvelées pendant une année.
- L_r : la longueur totale du réseau d'assainissement (hors branchement).
- **Source de données** : elles sont disponibles chez l'organisme opérant sur le système d'assainissement (ONA, APC, service hydraulique).
- **Calcul de la performance** :

Le taux de renouvellement n'a pas de sens à l'échelle annuelle, en revanche, sur la durée, il traduit l'existence d'une politique de renouvellement nécessaire à la pérennité du service. C'est pourquoi il est nécessaire de le suivre sur une période d'au moins 5 ans pour dégager une tendance. Un taux de référence peut être estimé à 2%, mais en pratique, un taux plus faible est possible [Guérin-Schneider L, 2001]. Cet indicateur est à mettre en parallèle avec les indicateurs sur l'état du réseau (l'absence de renouvellement avec dégradation de l'état traduit certainement un problème de gestion du patrimoine).

Chapitre III Méthodologie d'évaluation de la durabilité

La référence de 2% nous permettra de placé un plafond, et de proposer une échelle comme ceci :

	Excellent	Bonne	Satisfaisante	médiocre	Mauvaise
Note de performance	1	0,75	0,5	0,25	0
Taux réalisé	2%	1,5%	1%	0,5%	0%

Tableau 19 : Classe de performance de I₁₁.

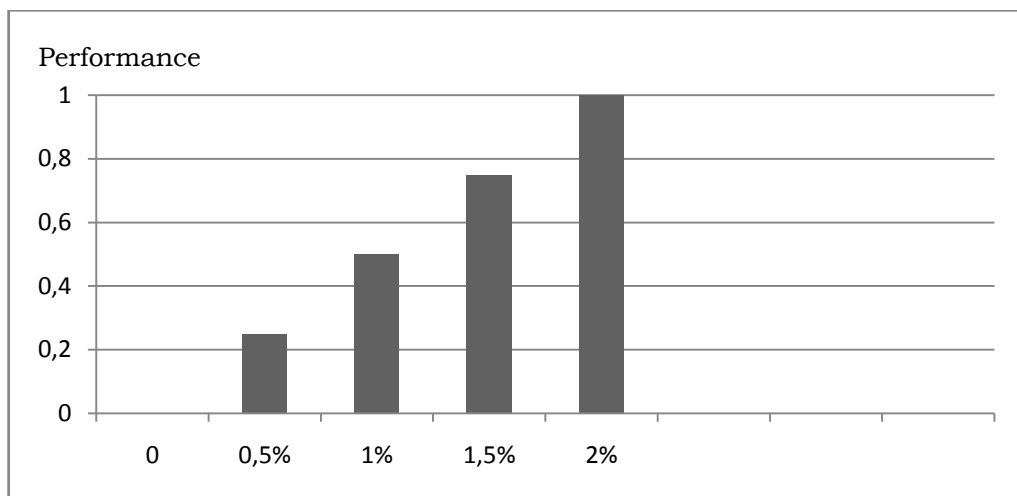


Figure 19 : Graphe de la Performance de l'indicateur I₁₁

– **Commentaire :**

Le taux moyen de renouvellement ne Paraît pas un bon indicateur de synthèse. Il ne peut s'interpréter correctement que si l'on dispose d'autres informations. Que Signifie, par exemple, un taux de renouvellement très faible ? Il peut Correspondre à un réseau en excellent état, ou très récent, qui ne nécessite pas de travaux importants. Ou bien il peut correspondre à une réelle insuffisance du renouvellement, traduisant soit une mauvaise gestion, soit un manque de moyens financiers. Pour être correctement interprété, cet indicateur doit être rapproché à d'autres données, telles que le Taux de points noirs, l'indice de connaissance du réseau,....etc.

5) Indicateur de performance I_{12} : Le taux de points noir ou Nombre de points du réseau de collecte nécessitant des interventions fréquentes de curage par km de réseau.

– Définition :

On appelle point noir tout point structurellement sensible du réseau nécessitant au moins deux interventions par an (préventive ou curative), quelle que soit sa nature (contre-pente, racines, déversement anormal par temps sec, odeurs, mauvais écoulement, etc.) et le type d'intervention requis (curage, lavage, mise en sécurité...) Les interventions sur la partie publique des branchements ainsi que les interventions dans les parties privatives des usagers dues à un défaut situé sur le réseau public (et seulement dans ce cas-là) sont à prendre en compte.

– Méthode de calcul :

Le taux de points noirs est le rapport du nombre de points noirs recensés durant une année, sur longueur de réseau (hors branchement).

$$I_{12} = T_{Pn_n} = \frac{N_{Pt_n}}{L}$$

Avec :

- T_{Pn_n} : Taux de point noir (Nbr/Km/ans).
- N_{Pt_n} : Nombre de points dans le réseau (Nbr/an).
- L : Longueur totale du réseau (Km).

– Commentaire

Cet indicateur donne un éclairage sur l'état et le bon fonctionnement du réseau de collecte des eaux usées à travers le nombre de points sensibles nécessitant des interventions d'entretien spécifiques ou anormalement fréquentes. Il est utile de suivre l'évolution dans le temps de ce nombre, la fréquence d'intervention est un critère de bonne gestion d'un mauvais patrimoine. C'est un élément de mesure, à la fois de l'état du réseau et de l'activité du gestionnaire, en cas de valeur élevée, ou d'augmentation significative, il constitue un signal d'alerte concernant l'état du réseau, mais néanmoins pour être correctement interprété, cet indicateur doit être rapproché à d'autres données, telles que le taux de renouvellement et l'indice de connaissance de notre réseau

Chapitre III Méthodologie d'évaluation de la durabilité

Les points noirs sont généralement enregistrés :

- Soit à la base de plaintes ou de déclaration des habitants (fuites visuels, introduction des affluents dans les habitations, ou nuisances olfactives).
- Soit sur la base de diagnostic de réseau par les services d'assainissement.

Il est recommandé pour la maîtrise de la qualité de ces données :

- Tenue d'un journal d'interventions préventives et curatives sur les points noirs, permettant de déterminer pour chaque point noir le nombre d'interventions effectivement réalisées sur l'année
- Localisation géographique des points noirs sur un support cartographique approprié

En cas de réseaux séparatifs, seuls les points noirs sur le réseau eaux usées sont à prendre en compte pour le calcul de l'indicateur.

On n'a pas trouvé d'échelle pour calculer la performance de cet indicateur. Néanmoins vu les risques que peut entraîner le fait d'avoir de nombreux points noir sur le réseau (MTH entre autre), on doit être strict et sévère, dans notre proposition d'une échelle.

Performance de I ₁₂	Bonne P=1	Acceptable P =0 ,4	Mauvaise P=0,2	Très mauvaise P= 0
Taux de pts noirs (nbre/km/an)	0	0 à 1	1 à 2	> 2

Tableau 20 : Classe de performance pour l'indicateur I₁₂

6) Indicateur de performance I₁₃: Nombre de jour de dysfonctionnement de la STEP

- **Définition** : cet indicateur nous indique le nombre de jour sur l'année de dysfonctionnement de la station d'épuration.
- **Méthode d'évaluation** : cet indicateur est évalué de la manière suivante :

$$I_{13} = N_{jr-dys}$$

Tel que

- N_{jr-dys} : Nombre de jours de dysfonctionnement de la STEP sur une année.

Chapitre III Méthodologie d'évaluation de la durabilité

Les dépassements seuil sont pris en considération, qu'ils soient dus à une insuffisance de traitement (dépassement au point de rejet de la Step) ou bien à la mise en œuvre d'un by-pass sur la station (dépassement en amont de la station ou en cours de traitement).

Quand il y a plusieurs installations, les nombres de jours de dysfonctionnement sont pondérés par les capacités nominales des stations d'épuration concernées, suivant la formule suivante :

$$I_{13} = \frac{\sum(N_i^{jr\text{-step}} \times C_i)}{\sum C_i}$$

Avec :

- $N_i^{jr\text{-dys}}$: Nombre de jours de dysfonctionnement de la station d'épuration i sur une année ;

C_i : Capacité nominale de la station d'épuration i .

- **Source de données :**

Elles sont disponibles chez l'organisme opérant sur le système d'assainissement (ONA, APC, service hydraulique).

- **Calcul de la performance :**

En ce qui concerne le nombre de jours de dysfonctionnement de la station de traitement notre jugement doit être rigoureux et radical, vu qu'il influe de manière directe sur tout l'écosystème. Par conséquent, si une seule journée, il y a eu un dysfonctionnement de la Step, alors l'indicateur reçoit une performance de zéro, sinon, elle est de un.

$$P = 1 \text{ si } I=1$$

Sinon

$$P = 0$$

7) Indicateur de performance I_{14} : Taux de réclamations

- **Définition :**

Une réclamation indique la présence d'une non-conformité ou un décalage entre qualité attendue et qualité perçue. Lorsque l'organisme visé est une administration, la réclamation s'apparente à une plainte auprès de cette autorité, en vue de faire reconnaître l'existence d'un préjudice. Cet indicateur, indépendamment des thèmes des réclamations, donne une image globale de la satisfaction des usagers.

Chapitre III Méthodologie d'évaluation de la durabilité

Le taux de réclamations est le quotient du nombre total de réclamations écrites tous thèmes confondus pendant une année, par le nombre d'abonnés divisé par 1000.

– **Méthode de calcul :**

$$I_{14} = T_{\text{plaintes}} = \frac{N_{\text{pl}}}{N_{\text{Ab}} / 1000}$$

Avec :

- T_{plainte} : Taux de réclamations (nombre de plaintes / 1000 abonnés).
- N_{pl} : Nombre de réclamation pendant une année.
- N_{ab} : Nombre total d'abonnés.

– **Commentaires :**

Les réclamations écrites peuvent être formulées par différentes manières, par lettre, télécopie ou message électronique, elles toutes prises en compte, même celle qui semble injustifiées. La nature de la réclamation peut porter sur différents thèmes : qualité, problèmes techniques (fuites, pression), environnementale (odeurs, pollutions).....etc. il est conseiller et préconiser la mise en place d'un dispositif d'enregistrement et de traitement de ces réclamations.

– **Calcul de la performance de l'indicateur :**

Nous n'avons pas trouvé un seuil pour qualifier la performance de cet indicateur, le choix revient à l'utilisateur pour donner une performance ou demander l'avis des experts.

– **Source de données :**

L'ONA et le service d'assainissement de l'APC sont les organismes opérants sur le réseau d'assainissement.

8) Indicateur de performance I_{15} Le délai moyen de réponse a une plainte ou réclamation I_{15}

– **Définition :**

C'est le la somme totale de tous les délais de réponse à toutes les plaintes sur le nombre total de plainte (par jour).

$$I_{15} = D_{\text{moy}} = \frac{S_{\text{D}_e_{\text{pl}}}}{N_{\text{pl}}}$$

Avec :

- D_{moy} : Délai moyen de réponse à une plainte.
- $S_{\text{d}_e_{\text{pl}}}$: Somme totale de tous les délais de réponse à toutes les plaintes.

Chapitre III Méthodologie d'évaluation de la durabilité

- N_{pl} : Nombre de réclamation pendant une année.

- **Commentaires :**

Cet indicateur nous renseigne sur la capacité de l'administration à faire face aux différents problèmes des usagers et leurs bien être, quelle que soit sa nature, un temps très court et une intervention rapide suppose que l'administration est préoccupé par le confort de ces usagers. C'est un bon indicateur qui nous informe sur la qualité du service et la bonne gestion du service.

- **Calcul de la performance de l'indicateur :**

Nous n'avons pas trouvé un seuil pour qualifier la performance de cet indicateur, le choix revient à l'utilisateur pour donner une performance ou demander l'avis des experts.

- **Source de données :**

L'ONA et le service d'assainissement de l'APC sont les organismes opérants sur le réseau d'assainissement.

9) Indicateur de performance I_{16} Taux d'efficacité du service de traitement des plaintes

- **Définition :**

C'est le rapport entre le nombre des plaintes traitées dans un délai fixé par les autorités locales ou par réglementation, et le nombre total des plaintes traités par an.

- **Méthode de calcul :**

$$I_{16} = T_{Rt} = \frac{N_{Rtd}}{N_{Rt}} \times 100$$

Avec :

- T_{Rt} : Taux de réclamations traitées (% / ans).
- N_{Rtd} : Nombre de réclamations traitées dans les délais pendant une année.
- N_{Rt} : Nombre total de plaintes traitées par an.

- **Commentaires :**

Une plainte est considéré comme traitée, s'il y eu une intervention des agents avec un retour à la normal du service qui a été interrompu, et ceci sans tenir compte de la qualité du travail des agents.

- **Calcul de la performance de l'indicateur :**

Chapitre III Méthodologie d'évaluation de la durabilité

Nous n'avons pas trouvé un seuil pour qualifier la performance de cet indicateur, le choix revient à l'utilisateur pour donner une performance ou demander l'avis des experts.

– **Source de données :**

L'ONA et le service d'assainissement de l'APC sont les organismes opérants sur le réseau d'assainissement.

10) Indicateur de performance I₁₇: Existence d'un service ou budget sur l'information et la sensibilisation

– **Définition :**

Cet indicateur nous informe sur l'existence d'un service ou d'un budget prévu spécialement pour sensibiliser et informer les usagers.

– **Méthode d'évaluation :**

Cet indicateur est évalué comme ceci :

Si le service existe $I_{17} = 1$, sinon $I_{17} = 0$

– **Evaluation de la performance de l'indicateur :**

On n'a pas trouvé de littérature pour évaluer la performance de cet indicateur, néanmoins on peut estimer sa performance comme ceci :

P = 1 si $I_{17} = 1$

Sinon

P = 0

– **Source de données :**

Les services concernés sont : l'ONA et le service d'assainissement de l'APC ainsi que la DRE.

11) Indicateur de performance I₁₈ : Obtention de la certification ISO 14001 ou La performance selon le critère management environnemental.

– **Définition :**

La norme ISO 14001 est la plus utilisée des normes de la série des normes ISO 14000 qui concernent le management environnemental (c'est une norme qui s'inscrit dans une perspective de développement durable).

ISO 14001 est applicable à tout organisme qui souhaite :

- établir, mettre en œuvre, tenir à jour et améliorer un système de management environnemental,

Chapitre III Méthodologie d'évaluation de la durabilité

- s'assurer de sa conformité avec sa politique environnementale établie,
- démontrer sa conformité à la présente Norme internationale en :
 - réalisant une autoévaluation et une auto déclaration,
 - recherchant la confirmation de sa conformité par des parties ayant un intérêt pour l'organisme, telles que les clients,
 - recherchant la confirmation de son auto déclaration par une partie externe à l'organisme,
 - recherchant la certification/enregistrement de son système de management environnemental par un organisme externe.

Cet indicateur porte sur l'ensemble du système dans sa dimension spatiale et temporelle. Spatiale car il aborde tous les éléments du système et temporelle car il s'agit des conditions normales d'exploitation et des conditions exceptionnelles, dites « dégradées », ce qui comprend également les travaux d'entretien et de réhabilitation, comme le prévoit cette norme.

– Méthode d'évaluation

Selon Thomas Bonierbale, dans son étude « Evaluation de la qualité environnementale des systèmes d'assainissement urbain », Trois situations concernant un engagement éventuel dans une démarche Système de Management de l'Environnement (SME) ont été identifiées. La situation où une seule activité est engagée dans une démarche SME peut être un système où seul le traitement ou seule la collecte transport est engagée. Pour chacune de ces situations, il a attribué une performance à l'aide de plusieurs experts.

Situation	Note
Aucune activité n'est inscrite dans une démarche ISO 14001 :	0
Une activité au moins est inscrite dans une démarche ISO 14001 :	3
Toutes les activités sont inscrites dans une démarche ISO 14001 :	6

Tableau 21 : Règles expertes reliant une situation à la performance du système vis-à-vis de l'indicateur management environnemental.

Bonierbale considère le système comme peu performant dans la situation où aucune activité n'est engagée dans un SME, il lui attribue la note 0. La collecte et le transport sont deux activités distinctes, néanmoins il est courant que ces deux activités soient liées et qu'elles soient assurées par le même organisme, pour cette raison il a regroupé ces deux activités en une activité dite « collecte-transport ». Enfin, lorsque l'ensemble du système est engagé dans une démarche ISO 14001, cela signifie que le ou les

Chapitre III Méthodologie d'évaluation de la durabilité

gestionnaires après analyse de leur système se sont engagés dans le processus organisationnel le plus complet : il lui attribue la note 6.

$$I_{18} = S_{c_iso_14001}$$

Avec :

- I: Indicateur de certification iso 14001.
- $S_{c_iso_14001}$: Situation de la certification iso 14001 vis-à-vis de l'administration.

Dans notre démarche, pour les besoins de notre étude, nous allons changer l'échelle de notation de Thomas Bonierbale, en attribuant à la note maximum 1 et le minimum 0, comme le montre le tableau 21.

Situation	Note de Bonierbale	Note utilisée
Aucune activité n'est inscrite dans une démarche ISO 14001	: 0	0
Une activité au moins est inscrite dans une démarche ISO 14001:	3	0,5
Toutes les activités sont inscrites dans une démarche ISO 14001:	6	1

Tableau 22 : performance du système vis-à-vis de l'indicateur management environnemental.

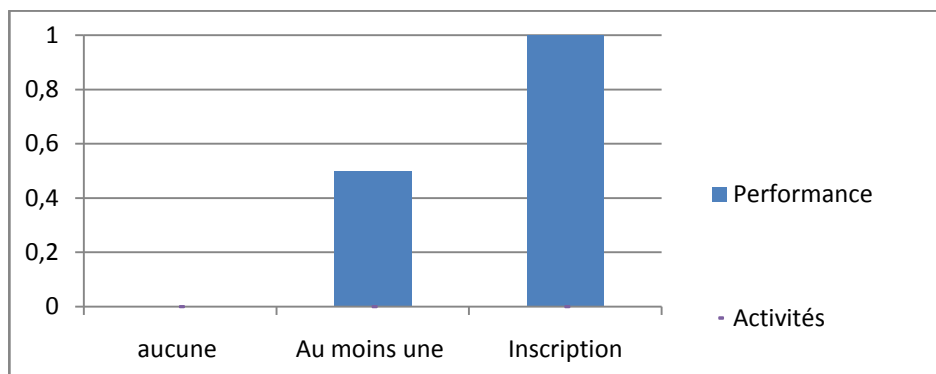


Figure 20 : Performance de l'indicateur Obtention de la certification ISO 14001.

- **Commentaire**

La démarche SME n'étant pas une exigence réglementaire et l'absence de SME étant la pratique courante, le fait qu'aucune activité ne soit engagée dans cette démarche ne constitue pas une performance non réglementaire.

- **Source de données** : L'ONA est l'organisme opérant sur le réseau d'assainissement.

-

12) Indicateur de performance I₁₉ : Obtention de la certification ISO 9001

La norme ISO 9001 fait partie de la série des normes ISO 9000, relatives aux systèmes de gestion de la qualité. Elle définit des exigences concernant l'organisation d'un système de gestion de la qualité.

La version en vigueur d'ISO 9001 est la version datée de 2008. Les exigences y sont relatives à quatre grands domaines :

1. Responsabilité de la direction : exigences d'actes de la part de la direction en tant que premier acteur et permanent de la démarche.
2. Système qualité : exigences administratives permettant la sauvegarde des acquis. Exigence de prise en compte de la notion de système.
3. Processus : exigences relatives à l'identification et à la gestion des processus contribuant à la satisfaction des parties intéressées.
4. Amélioration continue : exigences de mesure et enregistrement de la performance à tous les niveaux utiles ainsi que d'engagement d'actions de progrès efficaces.

En tant que liste d'exigences, elle sert de base à la certification de conformité de l'organisme.

$$I_{19} = S_{c_iso_9001}$$

Avec :

- I : Indicateur de certification iso 9001.
- $S_{c_iso_19001}$: Situation de la certification iso 9001.

- Calcul de la performance de l'indicateur :

Pour qualifier la performance de cet indicateur, on propose l'échelle suivante :

Situation	Note
Obtention de la certification ISO 9001 : Non	0
Obtention de la certification ISO 9001 : En cours	0,5
Obtention de la certification ISO 9001 : Oui	1

Tableau 23 : Performance du système vis-à-vis de l'indicateur gestion de qualité.

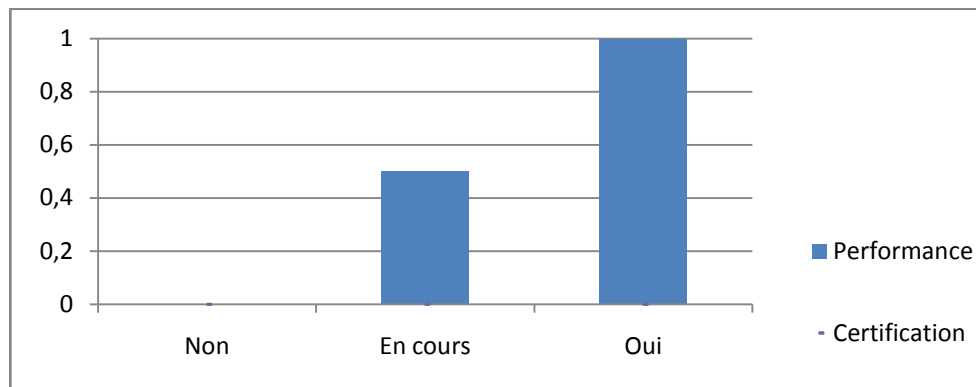


Figure 21 : Performance de l'indicateur Obtention de la certification iso 9001.

- **Source de données** : l'ONA et le service d'assainissement de l'APC sont les organismes opérants sur le réseau d'assainissement.

Chapitre III Méthodologie d'évaluation de la durabilité

Objectif	Sous objectif	Critère	Indicateur	Méthode d'évaluation	Unité	Période de mesure
Préserver la santé, l'hygiène et la sécurité des usagers et de personnel (PSHS)	Préserver la santé, l'hygiène et la sécurité des usagers (PSHSU)	C1 : Réduire la contamination par les eaux usées	I_1 : Taux de personnes contaminées par les eaux usées	$I_1 = \frac{\sum_{i=1}^n N_{ci}}{N_{hab}} \times 100000$	Cas sur 100000 hab	Annuelle
		C2 : Réduire les nuisances olfactives	I_2 : Le taux de nuisance olfactive	$I_2 = N_{no}$	Nombre de jour par an	Annuelle
	Préserver la santé, l'hygiène et la sécurité du personnel (PSHSP)	C3 : Protéger le personnel contre les maladies en contact avec les réseaux d'assainissement	I_3 : Taux annuel de contamination du personnel au contact des eaux usées du réseau d'assainissement	$I_3 = \frac{\sum_{i=1}^n N_{Pers-cont_i}}{N_{Pers}} \times 100$	%	Annuelle
			I_4 : Taux annuel de vaccination	$I_4 = \frac{N_{ma_va}}{N_{ma_po}} \times 100$	%	Annuelle
		C4 : Réduire le nombre d'accident de travail	I_5 : Taux du personnel formé à la sécurité	$I_5 = \frac{N_{p_s}}{N_{pers}} \times 100$	%	Annuelle
	I_6 : Taux annuel d'accident de travail		$I_6 = \frac{N_{ac_tr}}{N_{pers}} \times 100$	%	annuelle	
	I_7 : Taux de personne équipé contre les accidents de travail		$I_7 = \frac{N_{pers_eq}}{N_{pers}} \times 100$	%	Annuelle	

Tableau 24 : synthèse des indicateurs et méthode de calcul pour l'objectif « Préservez la santé, l'hygiène et la sécurité

Chapitre III Méthodologie d'évaluation de la durabilité

Objectif	Sous objectif	Critère	Indicateur	Méthode d'évaluation	Unité	Période de mesure
Avoir un cadre institutionnel compétent en matière des SAU (CICSAU)	Assurer une gestion par un service spécialisé avec un contrôle technique en AU (SSAU)	C5 : Existence d'un service spécialisé en assainissement urbain	I ₈ : Existence d'un service spécialisé en assainissement urbain.	Si ce service Existe I ₈ =1, Sinon I ₈ =0	---	Annuelle
		C6 : Existence d'une institution de contrôle technique en assainissement.	I ₉ : Existence d'une institution de contrôle technique en assainissement.	Si ce service : Existe I ₉ = 1, Sinon I ₉ = 0	----	Annuelle
	Efficacité institutionnelle des systèmes d'assainissement urbain (EISAU)	C7 : Pérennité du service	I ₁₀ : Indice de connaissance des installations d'assainissement	I ₁₀ = I _c	%	Annuelle
			I ₁₁ : Taux de renouvellement du réseau d'assainissement	$I_{11} = \frac{L_{c-r}}{L_r} \times 100$	%	5 ans
			I ₁₂ : Le taux de points noir ou Nombre de points du réseau de collecte nécessitant des interventions fréquentes de curage par km de réseau.	$I_{12} = T_{Pn_n} = \frac{N_{Pt_n}}{L}$	Nbr/Km/ans	Annuelle
			I ₁₃ : Nombre de jour de dysfonctionnement de la STEP	I ₁₃ = N _{jr-dys}	Jours Par an	Annuel

Tableau 25 : synthèse des indicateurs et méthodes de calcul pour de l'objectif « cadre institutionnel compétent en matière des SAU ».

Chapitre III Méthodologie d'évaluation de la durabilité

Objectif	Sous objectif	Critère	Indicateur	Méthode d'évaluation	Unité	Période de mesure
Avoir un cadre institutionnel compétent en matière des SAU (CICSAU)	Efficacité institutionnelle des systèmes d'assainissement urbain (EISAU)	C8 : Qualité relationnel avec les usagers	I ₁₄ : Taux de réclamations	$I_{14} = \frac{N_{pl}}{N_{Ab} / 1000}$	plainte / 1000 abonnée	Annuelle
			I ₁₅ : Le délai moyen de réponse à une plainte	$I_{15} = \frac{S_{Dé_pl}}{N_{pl_tr}}$	jour	Annuelle
			I ₁₆ : Taux d'efficacité du service de traitement des plaintes.	$I_{16} = T_{Rt} = \frac{N_{Rtd}}{N_{Rt}} \times 100$	plaintes traitées par an	Annuelle
			I ₁₇ : Existence d'un service sur l'information et la sensibilisation	Si le service existe $I_{17} = 1$, sinon $I_{17} = 0$	---	---
		C9 : Certification et normalisation	I ₁₈ : Obtention de la certification iso 14001 ou La performance selon l'indicateur management environnemental.	Trois Situations : - Activités non inscrite $I_{18} = 0$, alors P = 0 - Une seule activité inscrite $I_{18} = 0,5$, alors P = 0,5 - Toutes les activités inscrites $I_{18} = 1$, alors P = 1	---	---
			I ₁₉ : Obtention de la certification ISO 9001 (relatives aux systèmes de gestion de la qualité)	Certification : - Oui alors $I_{18} = 0$ - Non alors $I_{19} = 0,5$ -	---	---

Tableau 26 : synthèse des indicateurs et méthodes de calcul pour de l'objectif « cadre institutionnel compétent en matière des SAU » (suite).

Chapitre III Méthodologie d'évaluation de la durabilité

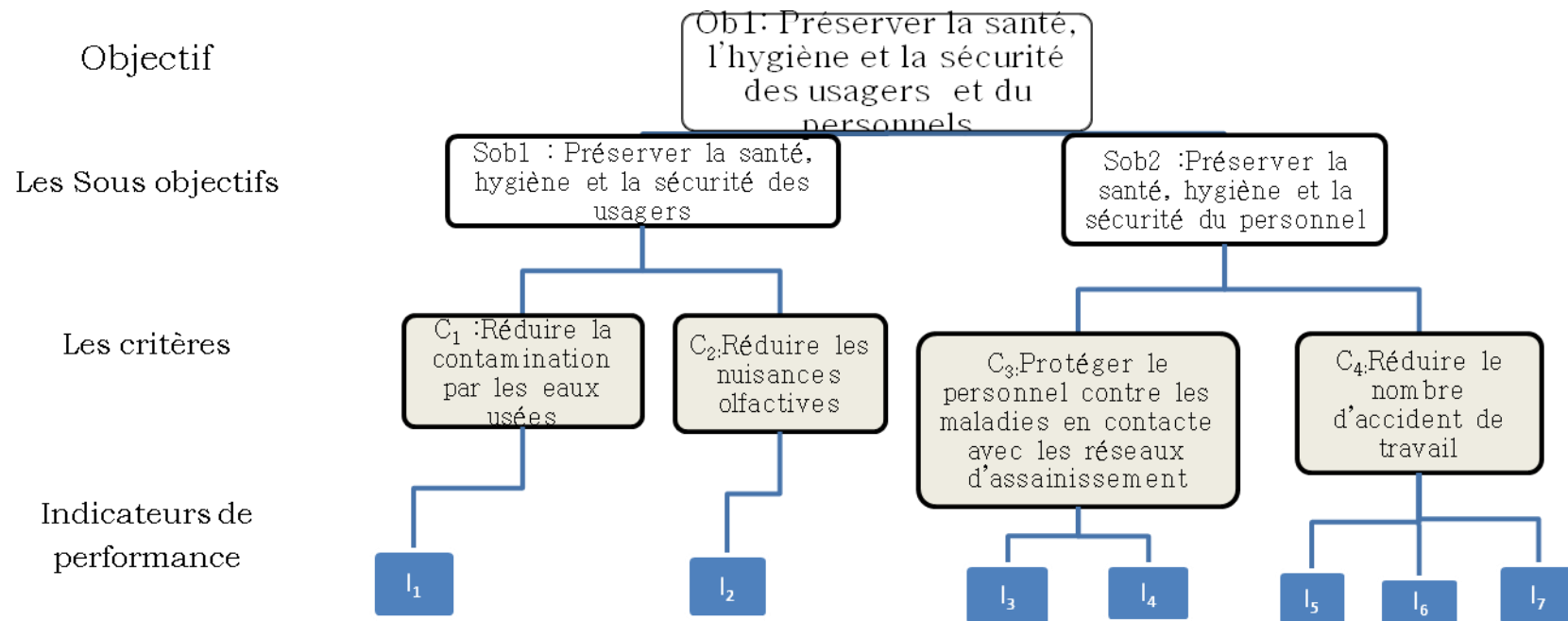


Figure 22 : Hiérarchisation de l'objectif Ob1 : Préserver la santé, l'hygiène et la sécurité

- Sob1, sob2 : Respectivement sous objectif 1 et sous objectif 2
- I₁ : Taux de personnes contaminées par les eaux usées.
- I₂ : Nombre de jour par an avec nuisance olfactive.
- I₃ : Taux annuel de contamination du personnel au contact des eaux.
- I₄ : Taux annuel de vaccination.
- I₅ : Taux de personnes vaccinées.
- I₆ : Taux annuel d'accident de travail.
- I₇ : Taux de personne équipé contre les accidents de travail.

Chapitre III Méthodologie d'évaluation de la durabilité

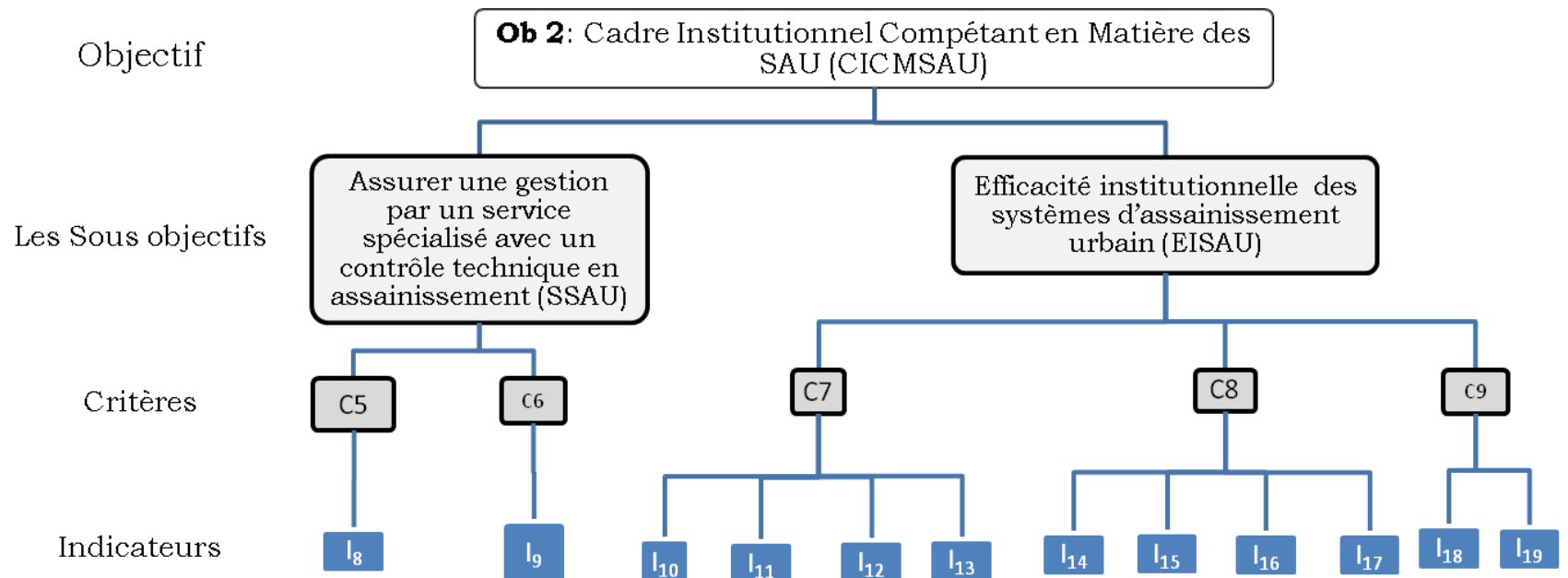


Figure 23 : Hiérarchisation de l'objectif O2 : Améliorer l'aspect institutionnel en matière d'assainissement.

- C5 : Existence d'un service spécialisé en assainissement urbain.
- C6 : Existence d'une institution de contrôle technique en assainissement.
- C7 : Pérennité du service
- C8 : Qualité relationnel avec les usagers.
- C9 : Certification et normalisation.
- I₈ : Existence d'un service spécialisé en assainissement urbain.
- I₉ : Existence d'une institution de contrôle technique en assainissement.
- I₁₀ : Indice de connaissance des installations d'assainissement
- I₁₁ : Taux de renouvellement du réseau d'assainissement.
- I₁₂ : Le taux de points noir
- I₁₃ : Nombre de jour de dysfonctionnement de la STEP.
- I₁₄ : Taux de réclamations..
- I₁₅ : Le délai moyen de réponse à une plainte
- I₁₆ : Taux d'efficacité du service de traitement des plaintes.
- I₁₇ : Existence d'un service sur l'information et la sensibilisation
- I₁₈ : Obtention de la certification iso 14001.
- I₁₉ : Obtention de la certification ISO 9001

III-5. Proposition d'une méthodologie d'évaluation de Performances des objectifs retenus

III-5-1. Définition du SA à étudier.

La définition des composant du système est la première étape clé qui oriente fortement un projet tant au niveau du type de données disponible qu'au niveau des objectifs à définir .Il existe des projets d'évaluation de la durabilité des systèmes d'assainissement urbains ç toute les échelles :le réseau de collecte. Les ouvrages annexes.la station d'épuration. Le gestionnaire du réseau ou bien sur l'ensemble du système d'assainissement. Étant donné la nécessité de prendre en considération les composant du réseaux de collecte(tronçons de collecte ,avaloirs ,bouches d'égouts).les équipements de la STEP ainsi que le système institutionnel .il est nécessaire d'avoir une approche globale des phénomènes .Pour notre etude.et a partir des objectif déjà fixés .nous avons choisi le système d'assainissement composé des éléments suivant :le réseaux de collecte, la station d'épuration , le milieu récepteur des eaux usées et le milieu urbain vis-à-vis du réseaux (avaloirs ,regards,...)

III.5.2. Les principes de la méthodologie proposée

La méthodologie proposée est caractérisée par cinq niveaux de modélisation et de traitement :

a) Définition et élaboration des éléments d'évaluation de performance :

Ce niveau permet de distinguer les éléments clés de l'évaluation de la performance globale (objectif, critères et indicateur de performance).

b) Traitement et exploitation de données disponibles :

Dans ce niveau on essaye de ressortir les variantes à étudier à partir des données que nous disposons sur cas réel.

c) Méthode de calcul des performances :

On distingue deux niveaux ; le premier concerne le calcul des performances pour les indicateurs. Cela est effectué à partir des fonctions de performance soit à partir des règles d'hypothèses déduites des analyses bibliographiques, des avis des experts ou de l'expérience de terrain. Le deuxième niveau est le calcul des performances des critères qui se fait à partir de l'agrégation par la méthode des sommes pondérées.

d) Mode d'appréciation de performance (qualitatifs, quantitatifs, ou binaire) :

Pour répondre aux attentes des défirrent acteurs.il est nécessaire d'apprécier la performance d'un system d'assainissement .Ces appréciations seront quantitatives. Comme par exemple la quantité des eaux usées

collectées en m³/an .Mais certaines seront qualitatives dans le meilleur des cas ; citons par exemple les jugements de valeur comme « bonne qualité », « mauvaise qualité ».

e) Méthode d'interprétation des performances :

Pour une meilleure interprétation des performances nous avons décidé d'appliquer la méthode proposée sur cas réel. Les résultats des performances obtenus seront discutés pour chaque indicateur et par sous objectifs.

III-5-3. Les éléments d'évaluation de la performance.

La méthode proposée dans ce projet, doit fournir des informations concises pour permettre une vue d'ensemble et ne pas se résumer à une note globale et unique. Pour cela, nous avons adopté une approche ascendante (contrairement à l'approche descendante qui sert à l'analyse des objectifs. Elle prend en compte dès le départ les données disponibles. Pour évaluer la performance des indicateurs et des critères de chaque objectif

Données : Ce niveau est le point d'entrée de l'évaluation .Les données permettent d'alimenter les indicateurs pour effectuer l'évaluation. Ces données concernent essentiellement des mesures ou des observations. A ce niveau on n'a pas besoin de calculer la performance.

Indicateurs de performance : C'est le niveau clé de l'évaluation. Un critère peut être évalué avec plusieurs indicateurs .Ces indicateurs sont alimentés par des données brutes. La performance de chaque indicateur (PI_i) est calculée à partir de sa valeur. Elle peut être quantitative ou qualitative.

Critères : C'est le niveau supérieur de l'évaluation des performances. C'est à ce niveau qu'on peut extraire des connaissances plus claires concernant le system d'assainissement et prendre ses décisions. La performance d'un critère (PC_i) est calculée en fonction des performances des sous critères ou bien des indicateurs(PI_i).

Sous objectifs : Pour ce niveau, la performance est évaluée et nous pouvons visualiser l'ensemble des performances des critères qui composent le sous objectif. Cela permettra de faire des comparaisons à ce stade entre les déférentes variantes des projets proposés ou à étudier, à partir des performances des critères

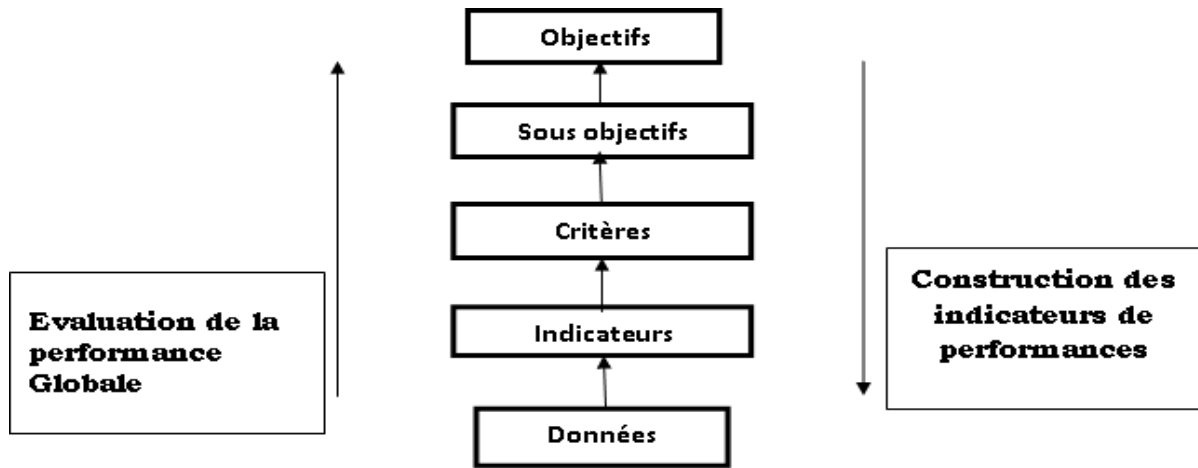


Figure 24 : Les éléments de l'évaluation de la performance globale.

III.5.4. Méthode de calcul de la performance globale.

La démarche retenue est basée sur des performances de critères évalués à partir d'un ensemble de performance des indicateurs (figure III-2). La performance de chaque indicateur est déterminée à partir de sa valeur calculée. La note de performance d'un indicateur peut être définie de deux manières : soit à partir d'une fonction de performance, il peut s'agir là d'une fonction discrète ou continue, linéaire ou logarithmique, soit à partir des règles d'hypothèses déduites par des analyses bibliographiques, des expériences de terrain ou des avis des experts, pour attribuer une note de performance pour chaque indicateur :

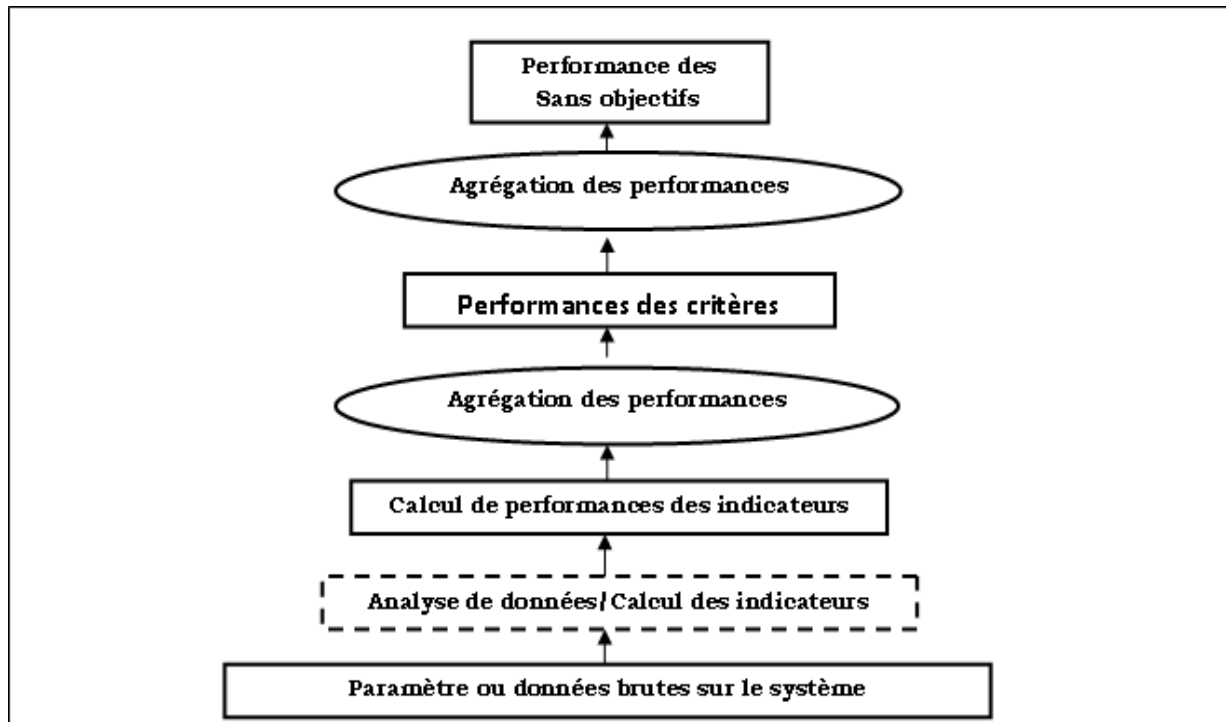


Figure 25 : Principe de la méthode d'évaluation des performances.

III.5.4.1. L'approche performantielle.

Un ouvrage performant est un ouvrage qui assure les différentes fonctions auxquelles il est destiné en milieu urbain et respecte les critères du développement durable, technique, environnementaux, économiques, et sociaux (Barraud et al.2001). La majorité des méthodes d'évaluation sont basées sur la présentation des valeurs brutes des indicateurs. Or, ces valeurs brutes, qu'elles soient qualitatives ou quantitatives, sans dimension ou exprimées suivant une unité de mesure, peuvent ne pas se révéler une source d'information adaptée, donc, il semble nécessaire d'aller plus loin dans les résultats d'évaluation.

Dans cet état d'esprit, de nouvelles approches essaient de relativiser les résultats des indicateurs par rapport à des valeurs minimales et maximales de référence afin d'établir les performances. L'approche basée sur l'évaluation de la performance permet de représenter l'ensemble des résultats sur une échelle transportable entre les différents décideurs et de comparer les systèmes d'assainissement entre eux, donc une échelle commune pour les indicateurs et les critères facilite également leur représentation et la compréhension des phénomènes étudiés.

III.5.4.2. Echelle de performance.

L'idée de l'évaluation de la performance est de quantifier l'ensemble des critères sur une échelle. Il se trouve que cette échelle doit être commune à l'ensemble des critères, afin de pouvoir pratiquer des comparaisons entre les différentes variantes ou solutions proposées. Pour cela nous allons affecter pour tous les critères les mêmes échelles de performance. Il nous reste donc de définir le type d'échelle choisie pour représenter les performances. Ce choix dépend bien de la méthode d'évaluation des performances qui sera adoptée par la suite. On doit considérer que la valeur des indicateurs et de critères est comprise entre 0 et 1. Dans notre projet les résultats sont exprimés en performances, donc la note de performance des indicateurs sera comprise entre 0 et 1. La valeur 1 est attribuée pour une performance. L'attribution des notes de performance comprise entre 0 et 1 dépend bien de la méthode de calcul de chaque indicateur.

III.5.4.3. Calcul de la performance globale.

L'évaluation de la performance d'un critère passe tout d'abord par donner une note de performance à chaque indicateur, ensuite, nous passerons à calculer la performance des critères. Pour obtenir un résultat des performances sur chaque critère nous allons opter pour une agrégation des performances des indicateurs.

III.5.4.3.1. Agrégation.

L'agrégation est l'opération qui consiste à condenser l'information contenue dans chacun des critères en une seule information, cela suppose de répondre aux questions suivantes : Faut-il attribuer le même poids à tous les critères pour constituer l'indice ou faut-il leur attribuer des poids différents, et si oui, comment ? Quel est le rapport entre l'indice et les indicateurs ? S'agit-il d'une somme, d'un produit, de quelque chose de plus compliqué ?

Mode d'agrégation des indicateurs.

D'après la littérature consultée (Roy et al. 1993 ; Ben Mena.2000), il existe trois types d'agrégation :

- l'agrégation complète : elle suggère d'inclure toutes les performances dans une fonction d'utilité ou d'agrégation (Roy, 1985), en leur attribuant d'éventuels poids, elle est obtenue par la méthode de la somme ou de la moyenne pondérée des performances.
- l'agrégation partielle, dont la technique consiste à comparer les performances deux à deux et à vérifier, selon certaines conditions préétablies, si l'une des deux actions surclasse l'autre ou pas et ce, de façon claire et nette.

Chapitre III Méthodologie d'évaluation de la durabilité

- l'agrégation locale : La technique est de partir d'une performance de départ, aussi bonne que possible et de voir autour de cette performance s'il n'y en a pas de meilleure.

Notre problématique correspond à l'agrégation complète, c'est à dire l'inclusion de l'ensemble de la performance des indicateurs afin d'obtenir une valeur unique de performance pour chaque critère.

A partir de notre recherche bibliographique les méthodes disponibles pour l'agrégation complète sont :

-La comparaison par paire(Yannou.2003)

-L'addition linéaire (Roy, 1993)

-La théorie d'Utilité Multi-Attribut(MAUT) développée par Keeny et Raiffa en 1976 (Caillet, 2003).

-Ou autres fonction mathématiques comme celle développé par Nassar et al (2003)

L'agrégation des indicateurs nécessite une grande clarté et une simplicité de réalisation, c'est pourquoi nous avons opté pour la méthode de la somme pondérée, qui également une des méthodes les plus utilisées. Elle consiste à attribuer une note de performance à chaque indicateur PI, qui sera multipliée par un coefficient de pondération W, la Somme sur (n) indicateurs donne un résultat de performance agrégé, exprimé dans une note globale :

$$PC_j = \sum_{i=1}^n PI_i \times w_i$$

Avec:

PC_j : valeur de performance pour le critère C_j

PI_i : valeur de performance pour l'indicateur I_i du critère C_j

W_i : valeur du coefficient de pondération pour l'indicateur I_i du critère

C_j

La valeur de la performance sera bornée entre 0 et 1, puisque l'ensemble des performances des indicateurs et coefficient de pondération sont positifs et inférieurs ou égaux à 1.

L'utilisation de méthodes agrégatives a pour but de synthétiser le problème pour permettre une vision globale de celui-ci ; cette simplification implique nécessairement un remaniement et une perte d'information plus ou moins importante en fonction de la méthode utilisée.

Malgré cet inconvénient, ces méthodes sont néanmoins indispensables. Cette méthode est couramment utilisée du fait de sa simplicité, mais elle présente l'inconvénient de perte d'information dans le résultat final (dû aux coefficients de pondération).

III.5.4.3.2. Le choix des coefficients de pondération.

Même si la normalisation et les méthodes d'agrégation posent des problèmes théoriques et pratiques sérieux, c'est surtout au niveau de la pondération que se situent les défis scientifiques et les enjeux démocratiques principaux. Comme l'a bien vu B. Perret (2002), « la faiblesse théorique intrinsèque des indicateurs synthétiques est évidente (il est difficile de justifier rationnellement les pondérations utilisées) ».

Plusieurs méthodes de pondération peuvent être envisagées (Hajkowicz et Prato 1998; Tamiz et al. 1998; Bana e Costa et al. 2003; Boulanger 2004; Brunner et Starkl 2004; Krajnc et Glavic 2005; Payraudeau et van der Werf 2005).

Les principales méthodes sont résumées comme ceci :

a) Méthode d'attribution de scores (fixed point scoring) :

Répartition d'une somme de points sur l'ensemble des critères (répartition de 100 % par exemple) :

- Avantage : L'attribution d'un poids plus important à un critère réduit l'importance relative d'un autre élément.
- Inconvénient : Difficulté d'appréhender la complexité globale de la réalité (Svoray et al. 2005).

b) Comparaison par paire (paire comparison)

Comparaison deux à deux des critères, les plus connus étant la méthode AHP inventée par Saaty (1977) et la méthode MACBETH (Bana et Costa et al. 2003)

- Avantage :
 - La méthode est simple d'utilisation
 - La consistance (cohérence) de l'ensemble des comparaisons est vérifiée
 - Des logiciels utilisant cette méthode existent : Expert Choice ou MultCSync (Moffett et al. 2005) par exemple.
 - Elle permet d'appréhender la complexité du monde réel (Svoray et al. 2005)

- Inconvenant :
 - Le choix de l'échelle allant de 1 (même importance) jusqu'à 9 (Absolument plus important) n'est pas justifié mathématiquement
 - Le temps de comparaison augmente plus rapidement que le nombre de critères (Hajkowicz et Prato 1998).

c)Analyse de jugement (judgement analysis)

Evaluation de l'importance d'alternatives distinctes réelles ou fictives sur des échelles de 1 à 10, 1 à 20 ou 1 à 100. Une procédure inverse permet de calculer les poids des critères en fonction des évaluations des alternatives.

- Avantage :
 - Les pondérations sont fonction des comportements révélés des acteurs et non pas de leurs préférences officielles.
 - La méthode permet la prise en compte indirecte de paramètres.
- Inconvénient
 - Cette méthode est également plus consommatrice en temps ; pour obtenir une signification statistique, un nombre suffisant d'alternatives doit être étudié.
 - La méthode conduit à surestimer parfois la capacité cognitive des décideurs lorsque le nombre d'alternatives est important.

d) Méthode des valeurs attendues (expected value method)

L'attribution des poids est uniquement fonction du classement des critères et de leur nombre. Janssen (1992) propose des valeurs de pondération.

- Avantage :
 - La méthode est simple et requiert uniquement de classer les critères.
- Inconvénient
 - La pondération obtenue ne reflétera pas systématiquement les différences d'importance entre critères.

e)Technique du jeu de cartes

Distribution d'un "jeu de cartes" sur lesquelles sont inscrits les noms de critères ainsi que des cartes blanches. Le décideur classe les cartes ; il a la possibilité de mettre des cartes ex aequo et de glisser des cartes blanches entre les critères.

- Avantage :
 - Simple et facilement utilisable.
- Inconvénient
 - Même inconvénients que la méthode des valeurs attendues et la méthode d'attribution des scores.

f) Arbre des pondérations

Lorsqu'il est possible de décomposer les critères sous forme d'une arborescence, alors à partir de la pondération de chaque embranchement, la valeur de pondération de chaque critère correspond au produit des coefficients des sous branches et des branches dont il est issu.

- Avantage :
 - Le nombre d'éléments à comparer est limité.
- Inconvénient
 - La difficulté réside dans la réalisation de l'arbre.

III.5.4.3.3. Détermination des coefficients de pondération

Nous avons utilisé trois méthodes : la première est la méthode AHP (Analytical Hierarchy Process) qui est une Comparaison par paire des différents indicateur et critères et qui se trouve être l'une des méthodes les plus utilisée pour ce genre de cas, ensuite, une deuxième qui utilise la technique du jeu de cartes pour sa pondération et enfin la troisième, c'est d'attribuer directement des poids au indicateurs et critères d'une manière équitable de sorte à ce que aucun d'eux ne soit mieux que l'autre.

III.5.4.3.3-1. Evaluation de la performance par la Méthode AHP

La méthode AHP se décompose en quatre étapes (Saaty T. L., 1996) : hiérarchisation des indicateurs par importance du plus important au moins important, construction d'une matrice à partir de la comparaison des indicateurs deux à deux, détermination des poids associés à chaque indicateur grâce à une méthode de calcul des vecteurs propres et enfin vérification de la consistance du résultat.

a) Hiérarchisation des indicateurs par importance.

Cette étape consiste à établir des priorités entre indicateurs appartenant au même critère, selon le principe de l'importance. Soit $I_1, I_2, \dots, I_i, \dots, I_n$ l'ensemble des indicateurs dont on cherche le coefficient de pondération. Selon le principe de la hiérarchisation, I_1 est plus importante que I_2 qui est plus importante que I_{i-1} , lequel plus important que I_i . A la fin, I_n est l'indicateur le moins important.

Chapitre III Méthodologie d'évaluation de la durabilité

b) Comparaison des indicateurs par importance.

Afin d'établir les préférences, une échelle de valeurs doit être choisie, pour spécifier le degré d'importance d'un indicateur par rapport à un autre. Nous adoptons l'échelle de valeur de 1 à 9 (Harker, P. T., 1989), permettant d'introduire les jugements du décideur plus proche de la réalité.

Échelle numérique	Échelle verbale	Explication
1	Importance égale des deux éléments	Les deux indicateurs contribuent identiquement à l'objectif
3	Un élément est un peu plus important que l'autre	Le jugement favorise légèrement un indicateur sur un autre
5	Un élément est plus important que l'autre	Un indicateur est fortement favorisé sur l'autre
7	Un élément est beaucoup plus important que l'autre	Un indicateur est fortement favorisé et sa prépondérance est démontrée
9	Un élément est absolument plus important que l'autre	Il est évident qu'un indicateur doit être favorisé au maximum
2, 4, 6, 8	Valeurs intermédiaires entre deux jugements, utilisés pour affiner le jugement	
Valeurs inverses	Pour montrer la dominance du second élément par rapport au premier.	

Tableau 27 : Echelle d'importance entre les indicateurs.

La comparaison entre tous les indicateurs donne la matrice suivante

$$A = \begin{bmatrix} a_{11} & \dots & a_{1i} & a_{1j} & \dots & a_{1n} \\ \dots & & \dots & \dots & & \dots \\ a_{i1} & & a_{ii} & a_{ij} & & a_{in} \\ a_{j1} & & a_{ij} & a_{jj} & & a_{jn} \\ \dots & & \dots & \dots & & \dots \\ a_{n1} & & a_{ni} & a_{nj} & & a_{nn} \end{bmatrix}$$

Avec $a_{ij} = \frac{w_i}{w_j}$ et $a_{ij} = 1$ qd $i=j$

c) Détermination des poids associés à chaque indicateur.

Dans cette étape, nous calculons le vecteur des coefficients de pondération $W=\{w_1...w_2...w_n\}$. Pour cela, nous divisons chaque a_{ij} par la somme des valeurs de la colonne correspondante et ensuite nous effectuons une moyenne par ligne. Donc, chaque coefficient w_i est obtenu par l'équation suivante, la somme des w_i doit être égale à 1:

$$w_i = \frac{\sum_{i=1}^n \left[a_{il} / \sum_{k=1}^n a_{kl} \right]}{n}$$

d) Vérification de la consistance du résultat.

Un grand avantage de la méthode est qu'elle calcule un indice de cohérence, qui permet d'évaluer les calculs effectués. En d'autres termes, il permet de vérifier si les valeurs de l'échelle (1-9) attribuées par le décideur sont cohérentes ou non. Il fournit une mesure de la probabilité que la matrice a été complétée purement au hasard. A titre d'exemple, si le ratio CR est égal 0,20, cela veut dire qu'il y a une chance de 20 % que le décideur ait répondu aux questions d'une façon purement aléatoire. On définit les vecteurs $[\lambda'_1 \dots \lambda'_i \dots \lambda'_n]$ et $[\lambda_1 \dots \lambda_i \dots \lambda_n]$ par les équations suivantes :

$$\begin{bmatrix} \lambda'_1 \\ \dots \\ \lambda'_i \\ \dots \\ \lambda'_n \end{bmatrix} = \sum_{k=1}^n w_k \times \begin{bmatrix} a_{1k} \\ \dots \\ a_{ik} \\ \dots \\ a_{nk} \end{bmatrix} = w_1 \times \begin{bmatrix} a_{11} \\ \dots \\ a_{1i} \\ \dots \\ a_{1n} \end{bmatrix} + \dots + w_i \times \begin{bmatrix} a_{1i} \\ \dots \\ a_{ii} \\ \dots \\ a_{ni} \end{bmatrix} + \dots + w_n \times \begin{bmatrix} a_{1n} \\ \dots \\ a_{in} \\ \dots \\ a_{nn} \end{bmatrix}$$

Et : $\lambda_i = \frac{\lambda'_i}{w_i}$ puis : $\lambda_{max} = \max ((\lambda_1, \lambda_2, \lambda_3, \lambda_4 \dots \lambda_n))$

L'indice de consistance CI est alors : $CI = (\lambda_{max} - n)/(n - 1)$

Chapitre III Méthodologie d'évaluation de la durabilité

Pour calculer le ratio de consistance CR, on divise l'indice de consistance par une valeur RI dépendant du nombre d'indicateurs n donnés par le tableau 27 suivant :

Taille de la matrice (n)	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
RI	0,00	0,00	0,58	0,90	1,12	1,24	1,32	1,41	1,45	1,49	1,51	1,53	1,56	1,57	1,59

Tableau 28 : valeur de coefficient R_i

$$CR = CI/RI$$

L'attribution des poids est jugée acceptable si CR est inférieur à 0,1. Dans le cas contraire, la procédure doit être de nouveau appliquée.

e) Exemple d'application :

On va prendre comme exemple d'application, le cas d'indicateurs I₅, I₆ et I₇. On a demandé au décideur (dans notre cas, un responsable de l'ONA) de les classer selon un ordre de préférence. Après discussion et réflexion, il a fini par choisir cette configuration :

$$I_6 \geq I_5 = I_7$$

Ce qui peut se traduire dans le cas de la méthode de AHP par le tableau suivant :

Indicateurs	I ₅	I ₆	I ₇
I ₅	1	1/3	1
I ₆	3	1	3
I ₇	1	1/3	1

Tableau 29 : Exemple de valeurs pour les indicateurs

Et en mettons sous forme matriciel, on aura :

$$A = \begin{bmatrix} 1 & 1/3 & 1 \\ 3 & 1 & 3 \\ 1 & 1/3 & 1 \end{bmatrix}$$

Chapitre III Méthodologie d'évaluation de la durabilité

A l'aide de l'équation de la détermination des poids associés à chaque indicateur, on aura :

$$w_5 = \left(\frac{a_{11}}{a_{11} + a_{21} + a_{31}} + \frac{a_{12}}{a_{12} + a_{22} + a_{32}} + \frac{a_{13}}{a_{13} + a_{23} + a_{33}} \right) / n$$

$$w_5 = \left(\frac{1}{5} + \frac{0,33}{2,667} + \frac{1}{5} \right) / 3$$

$$w_5 = 0,2$$

De la même manière on peut avoir

$$w_6 = 0,6$$

$$w_7 = 0,2$$

Avec :

w_5 = poids de l'indicateur 5

w_6 = poids de l'indicateur 6

w_7 = poids de l'indicateur 7

III.5.4.3.3-2. Evaluation de la performance par la Méthode de pondération Technique du jeu de cartes

Dans cette, partie, nous allons appliquer la Technique du jeu de cartes pour pondérer et agréger les performances, le but est d'établir une comparaison et de déterminer les limites de la méthode AHP.

a)Description de la méthode :

Le principe du calcul de la performance globale est le même que celui de la méthode AHP (l'approche ascendante). A partir des performances des indicateurs, la performance globale du critère et du sous objectif est déterminée par la relation suivante :

$$PC_j = \sum_{i=1}^n PI_i \times w_i$$

Avec:

PC_j : valeur de performance pour le critère C_j

PI_i : valeur de performance pour l'indicateur I_i du critère C_j

W_i : valeur du coefficient de pondération pour l'indicateur I_i du critère C_j

Chapitre III Méthodologie d'évaluation de la durabilité

La différence entre cette méthode et celle du AHP, réside essentiellement dans le calcul des coefficients de pondération, la détermination des poids de ce dernier, est effectuée par le moyen de jeux de carte.

b) Principe de la technique des jeux de cartes

Proposée par Jean SIMOS [1990], nécessite un peu de matériel et quelques calculs. Le nom de chaque critères est inscrit sur un carton, sans mention pouvant influencer le choix (par exemple un numéro). Le décideur ordonne les cartons à sa convenance dans un classement permettant les ex aequo et l'introduction de cartons blancs permettant de renforcer les différences. La transformation de ces rangs en poids se fait comme suit :

Rang inverse	Cartes	Rang inverse
1	K	7
2	A H	6
3	E	5
4	B F I J	4
5	□	3
6	D	2
7	C G L	1

Tableau 30 : Exemple de classement des cartons.

Chapitre III Méthodologie d'évaluation de la durabilité

Exemple de transformation de rangs en poids

Rang Inverse *	Critères de rang r	Nombre de critères de rang r	Poids (-)	Poids moyen(-)	Poids Relatif(en% arrondis)	Contrôle (en%)
R		Nr	Pr	$Q_r = \frac{\sum Pr}{Nr}$	$Q_r = \frac{\sum Qr}{\sum P}$	Nr . Rr
1	C ,G, L	3	1,2,3	2	2	3.2 = 6
2	D	1	4	4	5	1.5=5
3	(blanc)	-	(5)	--	-----	-----
4	B, F,I,J	4	6, 7,8,9	7,5	9	4.9=36
5	E	1	10	10	12	1.12=12
6	A,H	2	11,12	10,5	13	2.13=26
7	K	1	13	13	15	1.15=15
somme	-----	-----	86**	-----	-----	100

Tableau 31 : Transformation de rangs en poids.

*du moins bon au meilleur

**sans le poids entre parenthèses. Dans le tableau, sur la colonne « poids », c'est sans le (5).

Les étapes à suivre sont :

- Inscrire les critères dans la seconde colonne en face du rang obtenu dans le classement inverse (du moins bon au meilleur), en tenant compte des ex aequo et des espaces blancs.
- Attribuer à chaque critère, y compris aux espaces blancs, un poids : le critère moins bien classé obtient le poids 1, le suivant 2, etc.
- Le poids moyen des critères de rang r est égal à la somme des poids des critères de ce rang divisé par le nombre de critères de ce rang ;
- Le poids relatif est obtenu en divisant le poids des critères de rang r par la somme des poids, non compris les poids des espace blanc ;

On peut contrôler qu'en multipliant pour chaque rang, les poids relatifs par le nombre de critères de ce rang(N), puis en faisant la somme sur tous les rangs, on obtient bien 100%.

III.5.4.3.3-3. Evaluation de la performance par la Méthode de pondération proposée

Dans cette, partie, nous allons octroyer directement des poids au indicateurs et critères d'une manière équitable de sorte à ce que aucun d'eux ne soit mieux que l'autre et qu'aucun ne peut influencer par son poids.

a) Description de la méthode :

Le principe du calcul de la performance globale est le même que celui de la méthode AHP et la méthode de pondération par la technique des jeux de cartes (l'approche ascendante). A partir des performances des indicateurs, la performance globale du critère et du sous objectif est déterminée par la relation suivante :

$$PC_j = \sum_{i=1}^n PI_i \times w_i$$

Avec:

PC_j : valeur de performance pour le critère

C_jPI_i : valeur de performance pour l'indicateur I_i du critère C_j

W_i : valeur du coefficient de pondération pour l'indicateur I_i
du critère C_j

La différence entre cette méthode et les autres, réside aussi dans le calcul des coefficients de pondération. Cette fois, on ne va pas demander ou solliciter l'avis du décideur, l'attribution des poids aux indicateurs et critères se fait automatiquement, d'une manière équitable sur le nombre d'indicateurs qui forme un critère, ou le nombre de critères qui forme un sous objectif. Cela montrera, la portée et l'importance du choix des décideurs.

III.5.5. Représentation graphique des résultats :

Il est nécessaire d'organiser les résultats dans une présentation offrant une bonne visualisation des performances, synthétisé l'ensemble des résultats de façon lisible et facilement compréhensible. Trois types de représentations graphiques ont été envisagés pour la représentation des résultats : le radar, la courbe et l'histogramme :

- Un graphique en radar, également dénommé graphique en araignée ou en étoile en raison de son apparence, trace les valeurs de chaque catégorie le long d'un axe distinct qui commence au centre du graphique et se termine sur l'anneau extérieur. La représentation de performances se fera sur chaque axe, qui désigne un critère. L'extrémité de l'axe

Chapitre III Méthodologie d'évaluation de la durabilité

correspond à la valeur maximale de performance et sa base à la valeur minimale. La représentation radar permet une bonne lisibilité des performances, mais la lecture et l'analyse peuvent être faussées par l'ordre dans lequel les critères sont placés.

- La représentation sous forme de courbe est identique à la précédente, à l'exception des axes qui sont parallèles et non pas radiaux. Ce genre de représentation, pose problème de lecture dès que le nombre de critères dépasse trois.
- Dans les histogrammes, les catégories sont en général indiquées sur l'axe horizontal et les valeurs sur l'axe vertical, Les histogrammes permettent d'illustrer les variations des données sur une période donnée ou de comparer des éléments. L'analyse de chaque critère est indépendante des autres et l'ordre des critères influe faiblement sur la lecture des résultats. Néanmoins, l'augmentation du nombre de critère, diminue aussi la lisibilité des résultats.

Pour avoir une meilleure représentation, nous avons opté pour une représentation sous forme d'un histogramme.

III.6. Organigramme générale de la méthodologie proposée et adoptée.

Nous allons représenter les étapes détaillées précédemment, sous forme d'un organigramme (Figure 26) pour clarifier et éclaircir la méthodologie générale adopté dans le cadre de cette étude.

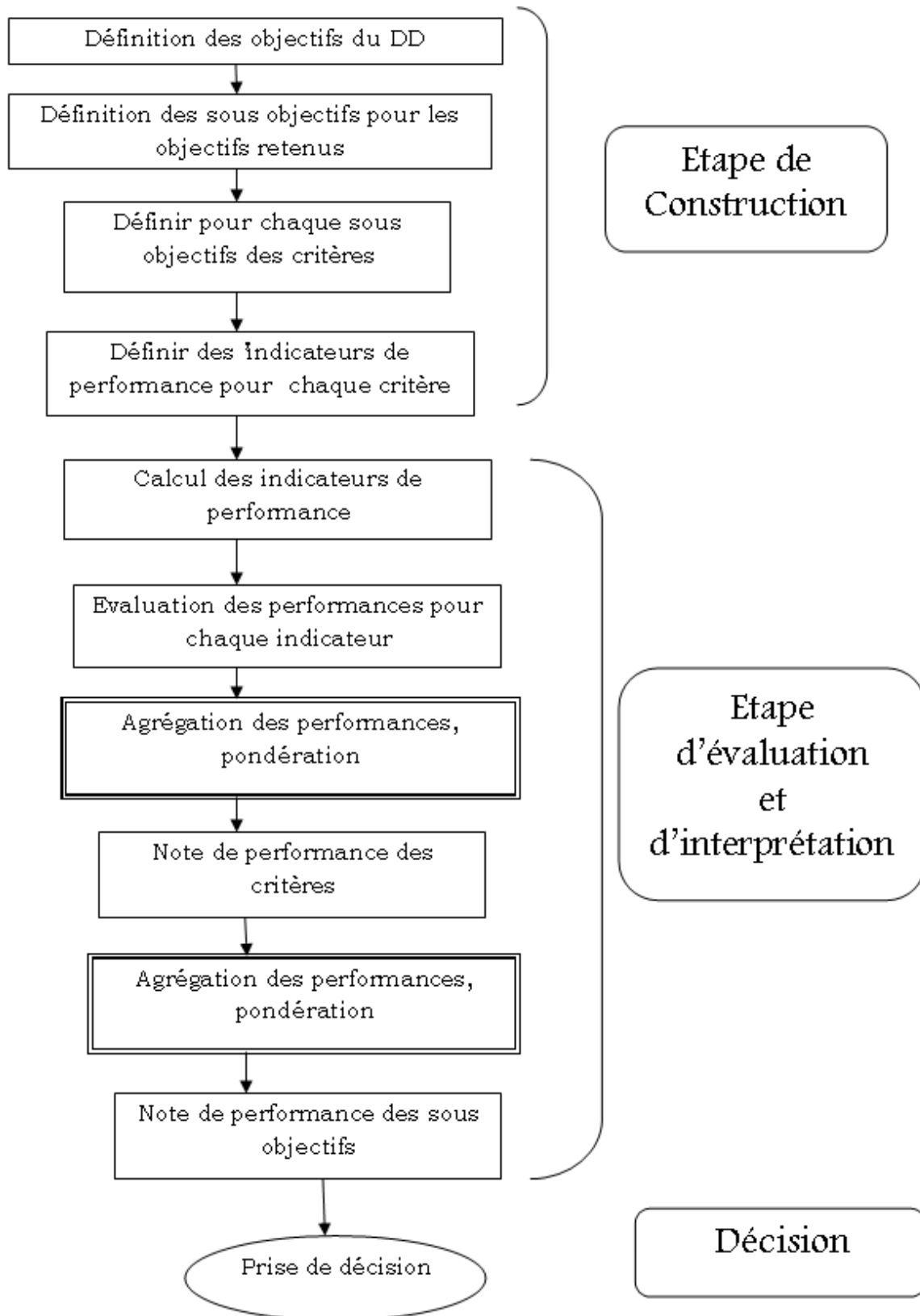


Figure 26 : Organigramme de la méthodologie de l'étude.

III.7. Conclusion

Dans ce chapitre, une description de la méthodologie adoptée pour l'évaluation de la performance d'un système d'assainissement à partir des deux objectifs de DD retenus, a été exposée. Cette description comporte :

- Des propositions d'indicateurs avec une nomenclature, comportant un nom, une définition, un mode de calcul, une unité de mesure et des données nécessaires à leurs utilisations.
- Une estimation de leurs performances sur une échelle définie commune à l'ensemble.
- Une méthode d'évaluation de la performance.

Ces 19 indicateurs et 09 critères retenus, vont nous permettre de passer de la phase amont (à partir des indicateurs) et finir par une prise de décision, qui est la phase aval (à partir de la représentation des performances).

La suite du document fera l'objet d'une mise en application de la méthode proposée sur un cas réel.

CHAPITRE IV : Application sur un cas réel

Dans ce chapitre, nous allons appliquer la méthodologie élaborée au cours du chapitre précédent, sur le système d'assainissement de la ville de Bejaia, pour évaluer sa durabilité selon les objectifs et critères retenus au cours de cette étude.

L'application sur un cas réel, permettra d'étudier le comportement des indicateurs retenus et leurs sensibilités face aux différentes variations des valeurs et des méthodes de calcul, ceci nous permettra aussi d'identifier les indicateurs les plus importants et sur lesquels repose l'évaluation de la performance des critères pour chaque objectif

Ce chapitre sera divisé en deux parties. Dans la première, nous allons faire une présentation du site d'étude, de son système d'assainissement urbain, puis, on va attribuer des valeurs pour les différents indicateurs retenus (élément de base pour le début du calcul) suivant l'enquête menée sur le terrain et en concertation avec les différents acteurs qui gèrent le SAU de Bejaia. A la fin, on fera les différents calculs avec la méthode AHP suivant la méthodologie retenue précédemment, pour arriver à la performance globale et ceci en résumant les résultats des différentes étapes sous forme d'histogrammes, qui faciliteront la compréhension et une bonne lisibilité des résultats. Dans la 2^{ème} partie, nous allons comparer les méthodes entre elles, et l'influence de la pondération sur les résultats.

IV-1) Présentation du site d'étude (1^{ER} PARTIE).

IV-1-1) Présentation de Bejaia (données générales)

Bejaïa en arabe : بجاية ; en kabyle : *Vgayet* ou *Bgayet* anciennement *Bougie*, est une commune algérienne située en bordure de mer Méditerranée, à 180 km à l'est d'Alger, dans la wilaya de Bejaïa et la région de Kabylie. Elle est aussi souvent désignée sous son nom francisé de Bougie, nom officiel durant la période de la colonisation. Elle est le chef-lieu éponyme de la wilaya de Bejaïa et de la daïra de Bejaïa.

Connue à l'époque romaine sous le nom de *Saldæ*, elle devient au Moyen Âge l'une des cités les plus prospères de la côte méditerranéenne, capitale de grandes dynasties musulmanes notamment les Hammadides et une branche des Hafsides. D'abord connue en Europe grâce à la qualité de ses chandelles faites de cire d'abeille auxquelles elle a donné son nom, les bougies. Bejaïa a également joué un rôle important dans la diffusion des chiffres arabes en Occident.

La commune de Bejaïa est située au nord de la wilaya de Bejaïa, sur le littoral méditerranéen ; elle est traversée par le fleuve de la Soummam. Elle est bordée au nord et à l'est par la mer Méditerranée et elle touche les communes de Toudja (à l'est), d'Oued Ghir (au sud) et de Boukhelifa et Tala Hamza (au sud-est). Elle couvre une superficie de 12 022 hectares.

Bejaïa est située à 181 km à l'est de la capitale Alger, à 93 km à l'est de Tizi Ouzou, à 81,5 km au nord-est de Bordj Bou Arreridj, à 70 km au nord-ouest de Sétif et à 61 km à l'ouest de Jijel.

Avec ses 177 988 habitants au dernier recensement de 2008 et un taux d'accroissement de 1,7 %, Bejaïa compte 180580 habitants fin 2010 comme le montre le tableau IV-1, selon les données statistiques de l'APC, dont 178 690 personnes vivent dans son chef-lieu. Elle est en terme de population la plus grande ville de Kabylie. Elle est aussi, grâce à sa situation géographique, le plus important pôle industriel de la région, notamment par la concentration de nombreuses industries et la présence d'un des plus grands ports pétroliers et commerciaux de Méditerranée. Elle est aussi dotée d'un aéroport international.

Chapitre IV Application sur un cas réel

Population	Donnes statistique (hab)
Population totale	180 580
Population urbaine	168 350
Population rurale	12230
Population chef-lieu	178690
Population vivant en agglomération secondaire	480
Population éparses	1410
Population densité (habitant /km ²)	1502

Tableau 32 : population de la commune de Bejaia (APC, 2011).

La commune de Bejaia est traversée par plusieurs Oueds, le plus important est l'Oued Soummam, mais aussi de moins importants, mais plus présent au sein de la ville, comme Oued Seghir et Oued Srir, qui parcourent la ville et se jettent sur la mer Méditerranée.

IV-1-2) Présentation du réseau d'assainissement de la commune de Bejaia

La longueur du réseau d'assainissement de la commune de Bejaia est d'environ, 370 Km (ONA, 2011), le taux desservi est de 96%, ce qui fait un total de 173357 personnes, 24308 logements sont raccordés. Les 4% d'habitants restant, se trouvent éparpillés aux quatre coins de la commune ou le réseau n'existe pas, comme les régions d'oussama, bir slam et sidi ali levher (zaouia) et utilisent des fosses septiques.

Environ 296 Km de la linéaires du réseau est unitaire, ce qui représente 80% du total. Il est ancien, fait de buses et de ciment, matériaux qui se dégrade rapidement, ce qu'il lui confère un caractère fragile. Les 20% restant, sont séparatif. Il est présent dans les nouveaux quartiers construits, à titre d'exemple les 300, 600,1000 logements d'Ihedaden et une partie de sidi ahmed. Malheureusement, cette partie, est soit branchée au collecteur principal, qui lui est unitaire, soit se déverse directement dans les oueds. Ces derniers avec des caniveaux, traversent la ville et trouvent leurs exutoires vers la mer, ils sont à la charge de l'APC qui s'occupe de leur entretien, par des compagnes de curage comme le montre l'annexe C, mais avec le temps, ils sont devenus le réceptacle des rejets, de différents déchets, d'odeurs nauséabondes et source de maladies (annexe D).

Le taux de rejet qui est de 26680 m³/jour (DRE, 2011) et l'absence de station d'épuration, (une est à l'arrêt et une autre station en cours de finalisation) accentue le caractère tragique de la situation environnementale de la ville (forte pollution).

Trois corps se partagent la gestion du réseau d'assainissement de la ville de Bejaia, à savoir l'office national d'assainissement (ONA), la direction des ressources en eau (DRE) et le service d'assainissement de l'APC.

a) L'office national d'assainissement (ONA) :

L'Office National de l'Assainissement (ONA) est un établissement public national à caractère industriel et commercial doté de la personnalité morale et de l'autonomie financière. Il a été créé par le décret exécutif n° 01-102 du 27 Moharrem 1422 correspondant au 21 Avril 2001. L'Office est placé sous la tutelle du ministre chargé des ressources en eau, et son siège social est fixé à Alger.

Dans le cadre de la politique nationale de développement, l'Office est chargé d'assurer sur tout le territoire national, la protection de l'environnement hydrique et la mise en œuvre de la politique nationale d'assainissement en concertation avec les collectivités locales;

A ce titre, il est chargé, par délégation:

- De la maîtrise d'œuvre et d'ouvrage ainsi que l'exploitation des infrastructures d'assainissement qui relèvent de son domaine de compétence, notamment;
- La lutte contre toutes les sources de pollution hydrique dans les zones de son domaine d'intervention ainsi que la gestion, l'exploitation, la maintenance, le renouvellement, l'extension et la construction de tout ouvrage destiné à l'assainissement des agglomérations et notamment, les réseaux de collecte des eaux usées, les stations de relevage, les stations d'épuration, les émissions en mer, dans les périmètres urbains et communaux ainsi que dans les zones de développement touristique et industriel;
- D'élaborer et de réaliser les projets intégrés portant sur le traitement des eaux usées et l'évacuation des eaux pluviales;
- de réaliser les projets d'études et de travaux pour le compte de l'État et des collectivités locales.
- L'Office est chargé en outre :
 - d'entreprendre toute action de sensibilisation, d'éducation, de formation ou d'étude et de recherche dans le domaine de la lutte contre la pollution hydrique;
 - de prendre en charge les installations d'évacuation des eaux pluviales dans ses zones d'intervention pour le compte des collectivités locales;
 - de réaliser les projets nouveaux financés par l'État ou les collectivités locales;

Chapitre IV Application sur un cas réel

L'Office est chargé notamment des missions opérationnelles suivantes:

- créer toute organisation ou structure se rapportant à son objet, en tout endroit du territoire national;
- gérer les abonnées au service public d'assainissement;
- établir le cadastre des infrastructures d'assainissement et en assurer sa mise à jour;
- élaborer les schémas directeurs de développement des infrastructures d'assainissement relevant de son domaine d'activité;
- de réaliser directement toutes les études techniques, technologiques, économiques en rapport avec son objet.

L'ONA, unité de Bejaia a été créée en 2006, elle est composée de trois sous directions, qui font fonctionner la plus part des centres de la wilaya, à savoir :

- Direction des finances ;
- Direction d'exploitation ;
- Direction des ressources humaines.

120 personnes font fonctionner l'unité de la wilaya de Bejaia, elle est chargée à travers ces centres de :

- La gestion et l'entretien du réseau ;
- La gestion et l'entretien des stations de relevage;
- La gestion et l'entretien de la STEP ;
- Petites réparations qui entrent dans le cadre de leur intervention.

En ce qui concerne la cellule communale (celle qui nous intéresse), elle est composée de :

- Chef du centre ;
- 03 chefs d'équipe exploitation ;
- 02 chefs d'équipe en hydromécanique (pour les stations de relevage) ;
- 23 agents d'exploitation ;
- 05 agents de prévention et de sécurité ;
- 07 surveillants pompistes.

Il est a signalé que l'ONA de Bejaia a lancé début Mai 2012, un avis d'offre international qui porte sur l'étude, diagnostique et réhabilitation du réseau d'assainissement de la ville de Bejaia.

b) La Direction des ressources en eau :

Anciennement appelé Direction d'hydraulique de la wilaya (DHW), elle est devenue, Direction des ressources en eau depuis début 2012. Son organigramme de fonction est présenté dans la figure 27.

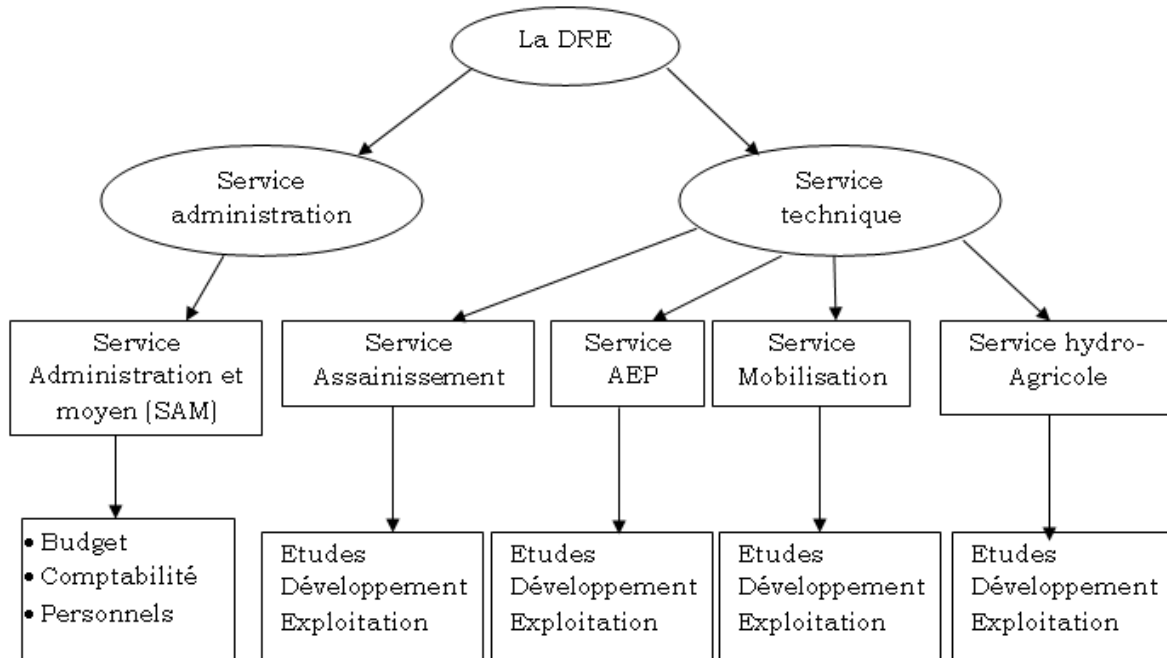


Figure 27 : Organigramme de fonctionnement de la DRE de Bejaia.

En ce qui concerne l'effectif, la partie assainissement est composée de :

- chef de suivi
- chef du bureau étude et un ingénieur.
- chef du bureau Exploitation et un ingénieur.
- chef du bureau développement, cinq (05) ingénieurs et un technicien supérieur.

Il est a signalé que la DRE, n'a pas d'agent d'exploitation, pour tous ses travaux de réalisation ou d'entretien, elle lance des avis d'offre, et c'est les entreprise privées dans la plus part des cas qui entrent dans le cadre de la réalisation, mais néanmoins, avec son effectif la DRE fait le suivi de tous ses projets.

c) Service d'assainissement de l'APC :

La direction est composée de deux divisions, à savoir :

- une Division administrative
- une Division technique.

Chapitre IV Application sur un cas réel

En ce qui nous concerne, c'est la division technique qui nous intéresse, son organigramme de fonctionnement est expliqué dans la figure 28.

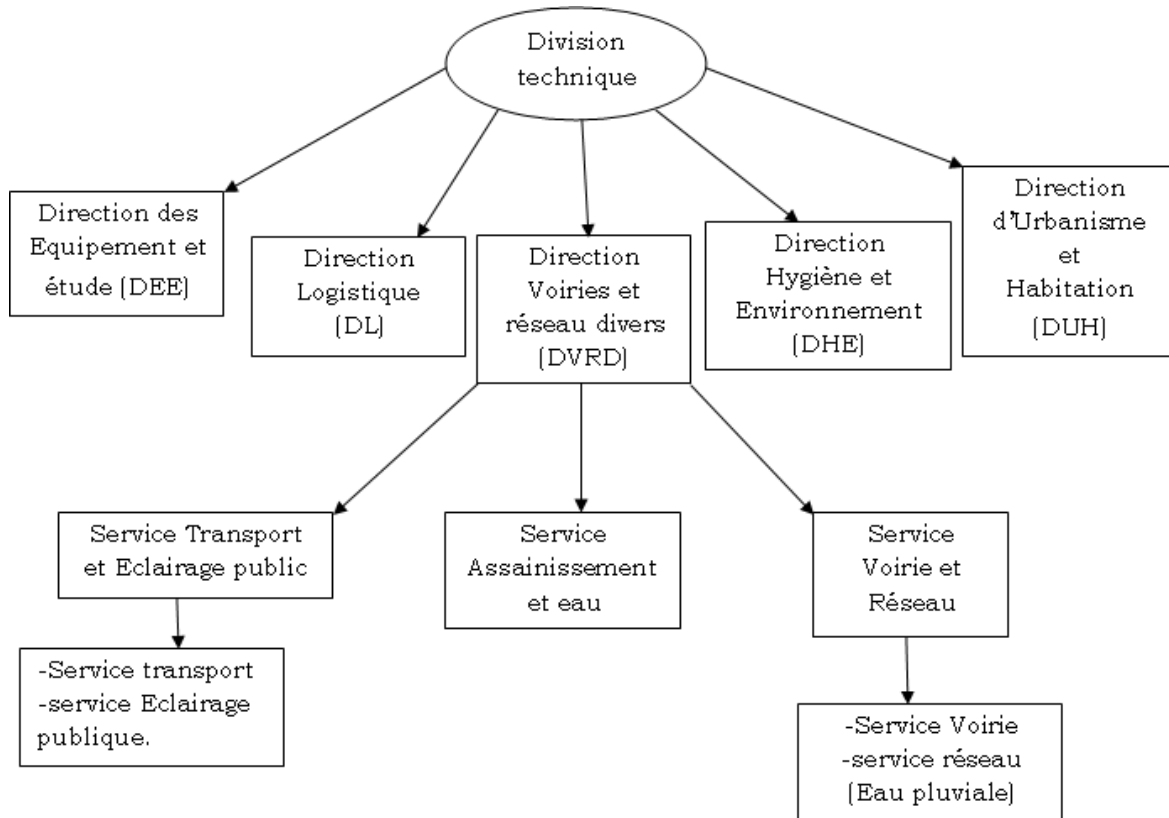


Figure 28 : organigramme de fonctionnement de la divisions technique de Bejaia.

Le service assainissement est composé du :

- Le service d'assainissement : 03 ingénieurs et 03 techniciens.
- Le service d'eau : 02 ingénieurs et 02 techniciens.

Selon le responsable du service assainissement et eau, les prérogatives du service se trouvent chaque année diminuées, maintenant son service ne s'occupe que du stricte minimum, entre autre, le drainage des eaux pluviales, notamment, la gestion des oueds de la ville, la réalisation et le renouvellement des réseaux d'assainissement. Le service d'APC, comme la DRE, n'a pas d'agent d'exploitation propre au service, la plus part des travaux se font à travers des appels d'offres, le personnel quant à lui, s'occupe surtout du suivi.

IV-1-3) Indicateurs, valeurs et discussion

Dans cette partie, nous allons attribuer des valeurs, accumulées au cours de plusieurs sorties. La justification de ces valeurs, sera une autre source d'information concernant le réseau.

IV-1-3-1) Préservez la santé, l'hygiène et la sécurité (PSHS)

1) Indicateur de performance I₁ : Taux annuel de contamination des usagers dû aux réseaux d'assainissement

Selon la DSP, plusieurs cas de MTH ont été recensés, comme le montre le tableau suivant :

Années	Cholera	Fièvre Typhoïde	Hépatite Virale A	Dysenterie
2011	00	08	29	00

Tableau 33 : Nombre de personnes atteintes par des MTH (source DSP)

Selon les dispositions prises pour le calcul de la performance de cet indicateur, s'il y a une seule personne atteinte par des MTH, sa performance est nulle. De ce fait

$$P_1 = 0$$

2) Indicateur de performance I₂ : Nombre de jour par an de nuisance olfactive.

Pour les nuisances olfactives, les oueds, qui sont un réceptacle des rejets à ciel ouvert, sont source de nocivité permanente. Selon le responsable de l'unité de Bejaia, la remontée des odeurs via les avaloirs du réseau unitaire sont une autre source de mauvaises senteurs, ce qui est préconisé, au-delà de tous les curages, est de remplacer le réseau unitaire par un réseau séparatif pour pouvoir éliminer toutes ces odeurs.

Selon le responsable du service d'exploitation, Pratiquement, en 2011, chaque jour, il y eu 6 plaintes dont une au minimum concerne les mauvaises odeurs.

Suivant les dispositions prises pour le calcul de la performance de cet indicateur

$$I_2 = 365 \text{ Jours} \quad \text{Cela implique } P_4 = 0$$

Cet indicateur ne concerne que certaines zones spécifiques dans toute la commune. Ces zones sont définies comme étant, les régions entourant tous les oueds de la ville et conditionnée par la portance des mauvaises odeurs. L'indicateur est pris comme une approche et ne saurait représenter tout la commune, puisque celle-ci ne se limite pas à ces régions. Son importance vient du fait que le nombre des oueds est assez

conséquent. Il y a treize oueds et la ville s'est construite autour d'eux. L'absence d'une station d'épuration fonctionnelle et d'un seul collecteur qui réunis tous les rejets vers un seul exutoire, font que tous les rejets transitent par les oueds avant de rejoindre la mer, ce qui leurs confèrent un caractère nauséabond tout au long de l'année. La liste des oueds est :

- Oued Salomon
- Oued N'defali
- Oued Segouili
- Oued Ibouhatmen
- Oued Roman
- Oued Danousse
- Oued Sghir
- Oued Srire
- Oued achealal
- Oued imhienne
- Oued Ighil-Ouazoug

3) Indicateur de performance I₃ : Taux annuel de contamination du personnel au contact des eaux de réseaux d'assainissement

Pour la contamination, aucun travailleur n'est atteint par les MTH en 2011, selon le responsable du service exploitation de l'ONA.

Suivant les dispositions prises pour le calcul de la performance de cet indicateur :

$$I_3 = 0\% \quad \text{Cela implique que, } P_3 \text{ reçoit la note complète.}$$

$$P_3 = 1$$

4) Indicateur de performance I₄ : Taux annuel de vaccination

Selon le responsable de l'unité de Bejaia, le personnel est vacciné contre deux maladies, la diphtérie et le tétanos. Depuis 2012, deux visites médicales par an sont exigées (control semestriel). Il est à signaler que le personnel est équipé de casiers individuels, de douches, de produits désinfectants et bénéficient d'une semaine de travail de 5 jours. Néanmoins, le nombre de vaccins n'est pas atteint en 2011.

Suivant le mode de calcul établi pour cet indicateur :

$$I_4 = \frac{2}{5} \times 100 = 40\%$$

Du Tableau 16, le taux 40% correspond à une performance de 0,4

$$P_4 = 0,4$$

5) Indicateur de performance I₅ : Taux de personnel formé a la sécurité.

Selon la direction de l'ONA, tout le personnel de l'entreprise suit des formations en HSE en 2011:

- Une formation dispensée par la protection civile de trois mois.
- Une autre formation assurée par le responsable HSE de l'entreprise.
- Chaque année c'est 02 formations qui sont assurées.

Tout le personnel de l'ONA est formé à la sécurité, de ce fait suivant le mode de calcul proposé, l'indicateur reçoit la performance maximale.

$$I_5 = \frac{41}{41} \times 100 = 100 \% \quad \text{cela implique } P_5 = 1$$

6) Indicateur de performance I₆ : Taux annuel d'accident de travail.

Selon le responsable du service d'exploitation, des accidents graves n'ont pas eu lieu l'année passée (2011), cependant des accidents légers, comme les chutes, les glissades, des petites blessures à la main sont fréquents, pour la plus part jamais signalés, les concernés considèrent que ce n'est pas important. Toutefois 04 accidents ont été signalés en 2011.

En remplaçant le nombre d'accident dans l'équation du taux annuel d'accident de travail :

$$I_6 = \frac{4}{41} \times 100 = 9,75 \%$$

Du graphe de la figure 16 : **P₆ = 0,7**

7) Indicateur de performance I₇ : Taux de personnel équipé contre

Les accidents de travail.

Selon le responsable d'exploitation, les agents sont tous équipés d'équipements de protection individuelle (EPI) :

- Combinaison ;
- kaways imperméables ;
- Chaussure de sécurité ;
- Casques et Casquettes ;
- Masque à gaz ;
- Détecteur de gaz ;
- Botte cuissard ;
- Gants, Gilets.....

La liste complète est présentée dans l'annexe B.

Il est à noter aussi qu'au-delà de la sécurité de l'individu, l'ONA sécurise aussi son environnement. Pendant les travaux, des panneaux de signalisation normalisés (hauteur, indicateur...) sont placés, une sécurité pour le travailleur autant que pour les usagers.

Pour le personnel de la DRE et l'APC, dans le cadre de leurs missions de suivis, c'est les entreprises privées en charge de la réalisation des projets, qui les équipent.

Suivant le mode de calcul proposé, l'indicateur reçoit la performance maximale :

$$I_7 = \frac{41}{41} \times 100 = 100\% \quad \text{cela implique } P_7 = 1$$

IV-1-3-2) Avoir un cadre institutionnel compétent en matière des systèmes d'assainissement urbain (CICSAU)

1) Indicateur de performance I₈ : Existence d'un service spécialisé en assainissement

L'ONA est le service dédié à l'assainissement.

$$I_8 = \text{OUI} \text{ Cela implique } P_8 = 1$$

2) Indicateur de performance I₉ : Existence d'une institution de contrôle technique d'assainissement

L'unité de l'office national d'assainissement est chargée de réaliser directement toutes les études technique, technologique, économique en rapport avec son objet, c'est dans la charte de sa création (paragraphe IV-2.1). En outre, la DRE travaille aussi en étroite collaboration avec la CTH, qui est un service de contrôle technique et hydraulique.

$$I_9 = \text{OUI} \text{ Cela implique } P_9 = 1$$

3) Indicateur de performance I₁₀ : Indice de connaissance des installations d'assainissement

Selon le responsable du centre de l'ONA, des plans existent et les localisations des interventions sont notées et répertoriées, où il est mentionné le jour, le lieu la nature de l'intervention. Malheureusement, c'est le logiciel « Excel », tableur de la société Microsoft, qui sert de base de données pour l'organisme.

A partir du tableau 17, traitant les performances de cet indicateur, on constate que : plan complet et localisation des interventions, correspond à une connaissance de 60% du réseau, qui coïncide avec une performance de 0,6.

$$I_{10} = 60\% \text{ Cela implique } P_{10} = 0,6$$

Il est signalé que cette performance n'est prise qu'à titre indicatif, car les plans des mise a jour manquent, même que les données pour un même indice différent d'un organisme à un autre (l'inexistence d'une base de donnée unique et fiable).

4) Indicateur de performance I₁₁: Taux de renouvellement du réseau d'assainissement.

Le service de l'ONA, ne s'occupe pas de renouvellement, c'est les prérogatives du service d'assainissement de l'APC, qui le fait par les différentes procédures d'appels d'offres.

Au niveau de la direction de la voirie et des réseaux divers (DVRD), on n'a pas pu trouver une base de données qui concerne le renouvellement du réseau, mais néanmoins, on a pu rassembler les données nécessaires pour le calcul de cet indicateur. On a pu le faire en utilisant les différents rapports mis à notre disposition, entre autres, les différentes situations du suivi de la réalisation des actions de développement financier au titre du budget communal, rapport qui mentionne les marchés passés entre L'APC et les différentes entreprises. Ce rapport mentionne entre autre le nom du lieu, le N° du programme, les coûts, les entreprises en charge des travaux, le mode de passation des marchés...etc. (document présenté en annexe C). Pour les distances, une discussion avec le chef du service d'assainissement, a permis de lever cette lacune. A titre indicatif, on a pris tous les travaux de réalisation des réseaux séparatifs et des réseaux unitaires, ceux de l'eau pluviale, comme le drainage des eaux pluviales (DEP), ne sont pas concernés pour le calcul de cet indicateur. On avait aussi pris cette mesure de comptabiliser tous les réseaux d'eau usée réalisés comme étant un renouvellement, dans un souci de clarté, vu que dans la plus part des cas, les habitations existent déjà. Mais malheureusement c'est vers les oueds les plus proches que les rejets sont dirigés. On a pu seulement remonter de trois ans, le tableau IV-3, donne un récapitulatif des distances trouvées et des taux de renouvellement par année (pour plus de détail voir annexe C).

Année	2009	2010	2011
Distance (m)	2700	2800	1850
Taux (%)	0,73	0,76	0,51

Tableau 34 : les distances et les taux de renouvellement du réseau.

A partir du tableau 18, traitant la performance de cet indicateur, on remarque que le taux correspond à la plage [0%,1%] qui coïncide avec la mention « médiocre » et à pour note 0,25.

$$P_{11} = 0,25$$

5) Indicateur de performance I₁₂ : Le taux de points noirs ou Nombre de points du réseau de collecte nécessitant des interventions fréquentes de curage par km de réseau.

Pour ce taux, on n'a pas pu trouver un chiffre exacte, on a seulement pu recenser les grandes zones inondables de la commune, qui sont en nombre de 4, comme la zone de l'arrière port, rond-point Naceria, rond-point Aamriw et enfin, lotissement boukhiama. Un arrangement a été trouvé pour convenir que le nombre de points noirs ne dépasse pas la longueur du réseau (moins de 370 points noirs), ce qui fait au maximum, un point noir par Km.

A partir du tableau 19, traitant la performance de l'indicateur I₁₂, on remarque que le taux correspond à la plage [0%,1%], coïncide avec la mention « acceptable » et à pour performance 0,4.

$$P_{12} = 0,4$$

6) Indicateur de performance I₁₃: Nombre de jour de dysfonctionnement de la STEP

Il y a deux stations d'épuration à Bejaia, l'une est à 80% d'avancement, du côté de Sidi Ali levher, son entrée en fonction est prévue pour fin juin 2012 (selon les dire du chef du centre de l'ONA) et l'autre, elle a été réhabilitée, mais elle est encore non fonctionnelle depuis 6 mois, des problèmes existent toujours. Tous les rejets du SA de la commune, convergent soit vers la mer, soit vers les différents oueds de la commune, qui eux aussi finissent par rejoindre la mer.

A partir des règles établies pour le calcul de la performance de cet indicateur, une journée d'arrêt donne une performance est nulle.

$$I_{13} = 365 \text{ Jours Cela implique } P_{13} = 0$$

7) Indicateur de performance I₁₄: Taux de réclamations

Selon les statistiques présentées par le responsable d'exploitation [ONA, Bejaia], il y a pratiquement, 06 plaintes et réclamations par jour, par temps normal et peut atteindre jusqu'à 12 plaintes, les jours d'intempéries. Suivant ces statistiques et en nous basons sur trois mois d'intempérie et de

Chapitre IV Application sur un cas réel

neuf mois comme temps normal, on aura l'équivalent de 2700 plaintes par an.

Plaintes	Indicateur I ₁₄	Performance
2700	16 plaintes par 1000 abonnés.	Moyenne

Tableau 35 : performance de l'indicateur de taux de réclamation (source ONA)

Suivant le nombre de réclamation, On propose l'échelle suivante:

Nombre Plaintes par 1000 abonnés	De 0 à 5	De 5 à 10	De 10 à 20	Plus de 20
Performance	Très Bon	Bon	Moyen	Mauvais
Note Performance	1	0,5	0,25	0

Tableau 36 : Échelle de performance de l'indicateur de taux de réclamation.

8) Indicateur de performance I₁₅ : Le délai moyen de réponse à une plainte ou réclamation I₁₅

Une journée c'est le temps moyen de réponse à une plainte, en fait, selon le responsable d'exploitation, cela dépend de l'importance de la plainte.

	Indicateur I ₁₆	Performance
Le temps de réponse à une plainte	Un jour	moyenne

Tableau 37 : Performance de l'indicateur le temps de réponse a une plainte (source ONA).

Suivant le nombre de réclamation, On propose l'échelle suivante:

Le temps de réponse à une plainte	Moins d'un un jour	Un jour	Plus d'un jour
Performance	bon	moyenne	mauvaise
Note de performance	1	0,25	0

Tableau 38 : Échelle de Performance de l'indicateur I₁₅.

Donc : P₁₅ = 0,25

9) Indicateur de performance I₁₆ Taux d'efficacité du service de traitement des plaintes

Selon le responsable du centre, au minimum, trois équipes se tiennent chaque jour pour répondre favorablement aux réclamations des usagers. Et chaque jour c'est presque, 5 plaintes qui sont traitées.

Une équipe est formée de :

- un chef d'équipe ;
- 04 agents d'exploitation ;
- Un chauffeur.

Plaintes traité dans les délais	Indicateur I ₁₆	Performance
2220	82%	Bonne

Tableau 39 : performance de l'indicateur de taux d'efficacité de traitement de plaintes (source ONA).

Suivant le nombre de réclamation qui est élevé, On propose l'échelle suivante:

Plaintes traités (%)	100	80	60	40	Moins de 40 %
Performance	bon	moyenne			Mauvaise
Note de performance	1	0,75	0,5	0,25	0

Tableau 40 : Échelle performance de l'indicateur de taux d'efficacité de traitement de plaintes.

Donc : P₁₆ = 0,75

10) Indicateur de performance I₁₇: Existence d'un service ou budget sur l'information et la sensibilisation.

Aucun service ou budget qui porte sur l'information ou des campagnes de sensibilisation n'est prévu au sein des administrations qui gèrent le réseau d'assainissement de Bejaia. Néanmoins cela arrive que des campagnes d'information soient menées, mais seulement dans des cas de force majeure, ou quand surgit un problème. Ces campagnes sont toujours à court terme. Pour un sujet aussi délicat, on donne une note de 0,25 et une performance « mauvaise ».

P₁₇ = 0,25

11) Indicateur de performance I₁₈ : Obtention de la certification iso ou La performance selon le critère management environnemental

Aucune des institutions qui gèrent le SAU de Bejaia, n'est inscrite pour l'obtention de la certification ISO14001. L'ONA (unité de Bejaia) attend la fin de la réhabilitation du réseau d'assainissement de la

Chapitre IV Application sur un cas réel

commune, qu'elle vient de lancer (un avis d'offre international, pour l'étude diagnostic et réhabilitation vient d'être lancé). C'est juste une question de temps, selon son directeur.

Il est à noter que, l'obtention d'ISO 14001, est l'un des objectifs de l'ONA (direction national), d'autres unités ont déjà obtenus cette certification, c'est le cas notamment de Tizi-Ouzou.

L'absence d'inscription correspond à une performance nulle de cet indicateur.

$$P_{18} = 0$$

12) Indicateur de performance I₁₉ : Obtention de la certification iso 9001

Même cas que l'iso 14001, **P₁₉ = 0.**

Dans le tableau 37, sont récapitulées les différentes valeurs des indicateurs et leurs performances.

Chapitre IV Application sur un cas réel

Indicateur	Valeur	Performance
I ₁	Plus de un	0
I ₂	365	0
I ₃	0	1
I ₄	40%	0,4
I ₅	100%	1
I ₆	9,75	0,7
I ₇	100%	1
I ₈	Oui	1
I ₉	Oui	1
I ₁₀	60%	0,6
I ₁₁	0,1]	0,25
I ₁₂	Acceptable	0,4
I ₁₃	Supérieur à 1	0
I ₁₄	Moyen	0,25
I ₁₅	Moyen	0,25
I ₁₆	Bon	0,75
I ₁₇	Nul	0,25
I ₁₈	Non	0

Tableau 41 : Récapitulation des différentes valeurs des indicateurs et leurs performances

IV-1-4) Les résultats par la méthode AHP :

Après avoir attribué des notes de performance au différents indicateurs, nous allons évaluer le système de la ville, suivant les objectifs retenus, à l'aide de la méthode AHP.

4-1) Préserver la santé, l'hygiène et la sécurité des usagers et du personnel

4-1-1) Les poids :

La détermination des poids, est la partie la plus importante pour passer d'un niveau à un autre (indicateur vers le critère, critère vers le sous objectif). Le calcul est effectué à l'aide d'une échelle d'importance, comme vu précédemment, le décideur, puisque c'est de lui qu'il s'agit ici, peut donner son avis ou bien sa préférence, cette démarche, va nous permettre de choisir le degré d'importance d'un indicateur par rapport à un autre. Cette opération, nous permettra d'accéder à une information plus concrète.

Pour le calcul des différents poids, on utilise l'échelle de la méthode AHP (expliquée avec plus de détail dans la chapitre III).

Nous allons donner un exemple d'application, pour mieux expliquer cette méthode.

a) Le poids des indicateurs :

Pour notre exemple d'application, nous allons prendre les indicateurs :

- I_{10} : Indice de connaissance des installations d'assainissement
- I_{11} : Taux de renouvellement du réseau d'assainissement
- I_{12} : Le taux de points noirs
- I_{13} : Nombre de jours de dysfonctionnement de la STEP

On prend le nombre de jours de dysfonctionnement de la Step, comme l'indicateur qui contribue le plus, Vu le coté environnemental de nos objectifs, la qualité des rejets occupe une place prépondérante. Vient ensuite l'indice de connaissance de notre installation qui est un indicateur de choix. En ce qui concerne le taux de points noirs et le taux de renouvellement, ils contribuent avec la même importance et c'est des informations qu'on pourra trouver mais d'une façon diluée dans l'indicateur : l'indice de connaissance de notre réseau.

On classera les indicateurs I_{10} , I_{11} , I_{12} et I_{13} comme ceci :

Chapitre IV Application sur un cas réel

Dans notre tableau de jugement, on aura cette configuration :

Échelle numérique	Échelle verbale
1.0	I_{13}
3.0	I_{10}
5.0	I_{11} I_{12}
7.0	
9.0	
2.0, 4.0, 6.0, 8.0	

Tableau 42 : Tableau jugement des valeurs des indicateurs I_{10} , I_{11} , I_{12} et I_{13}

Ce qui va se traduire dans le tableau suivant par :

	I_{10}	I_{11}	I_{12}	I_{13}
I_{10}	1	3	3	1/3
I_{11}	1/3	1	1	1/5
I_{12}	1/3	1	1	1/5
I_{13}	3	5	5	1
Somme	4,66	10	10	1,73

Tableau 43 : Tableau Transcription des valeurs du tableau de jugement

Une matrice est extraite de ce tableau

$$w_i = \begin{bmatrix} 1 & 3 & 3 & 0,33 \\ 0,33 & 1 & 1 & 0,2 \\ 0,33 & 1 & 1 & 0,2 \\ 3 & 5 & 5 & 1 \end{bmatrix}$$

Puis on passe aux calculs des poids

$$w_{10} = \left(\frac{1}{4,66} + \frac{3}{10} + \frac{3}{10} + \frac{0,33}{1,73} \right) = 0,25$$

De la même manière, on peut avoir

$$w_{11} = 0,096 \approx 0,1$$

$$w_{12} = 0,096 \approx 0,1$$

$$w_{13} = 0,55$$

Vérification de la consistance du résultat.

$$w_i = \begin{bmatrix} 1 & 3 & 3 & 0,33 \\ 0,33 & 1 & 1 & 0,2 \\ 0,33 & 1 & 1 & 0,2 \\ 3 & 5 & 5 & 1 \end{bmatrix}$$

$$\lambda'_i = \begin{bmatrix} \lambda'_{10} \\ \lambda'_{11} \\ \lambda'_{12} \\ \lambda'_{13} \end{bmatrix} = 0,25 \begin{bmatrix} 1 \\ 0,33 \\ 0,33 \\ 3 \end{bmatrix} + 0,1 \begin{bmatrix} 3 \\ 1 \\ 1 \\ 5 \end{bmatrix} + 0,1 \begin{bmatrix} 3 \\ 1 \\ 1 \\ 5 \end{bmatrix} + 0,55 \begin{bmatrix} 0,33 \\ 0,2 \\ 0,2 \\ 1 \end{bmatrix}$$

$$\lambda'_i = \begin{bmatrix} 0,25 \\ 0,0825 \\ 0,0825 \\ 0,75 \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} 0,3 \\ 0,1 \\ 0,1 \\ 0,5 \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} 0,3 \\ 0,1 \\ 0,1 \\ 0,5 \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} 0,182 \\ 0,11 \\ 0,11 \\ 0,55 \end{bmatrix}$$

$$\lambda'_i = \begin{bmatrix} 1,032 \\ 0,3925 \\ 0,3925 \\ 2,3 \end{bmatrix}$$

On a: $\lambda_i = \frac{\lambda'_i}{w_i}$

$$\lambda_i = \begin{bmatrix} \lambda_{10} \\ \lambda_{11} \\ \lambda_{12} \\ \lambda_{13} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \frac{\lambda'_1}{w_{10}} \\ \frac{\lambda'_2}{w_{11}} \\ \frac{\lambda'_3}{w_{12}} \\ \frac{\lambda'_4}{w_{13}} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} (1,032/0,25) \\ (0,3925/0,1) \\ (0,3925/0,1) \\ (2,3/0,55) \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 4,128 \\ 3,925 \\ 3,925 \\ 4,182 \end{bmatrix}$$

$$\lambda_{max} = \max ((\lambda_{10}, \lambda_{11}, \lambda_{12}, \lambda_{13}))$$

$$\lambda_{max} = \lambda_{13} = 4,182$$

On a : $CI = (\lambda_{max} - n)/(n - 1)$

$$CI = \left[\frac{(4,182 - 4)}{(4 - 1)} \right] = \frac{0,182}{3} = 0,06$$

On a $CR = CI/RI$

RI dépendant du nombre d'indicateurs n donné par le tableau 28

$$CR = \frac{0,06}{0,9} = 0,0667 < 0,1$$

Donc l'attribution des poids est acceptable.

Pour les autres calculs, ils seront résumés dans l'annexe E.

Chapitre IV Application sur un cas réel

Pour calculer les différents poids, on a choisi la configuration suivant l'importance de l'indicateur : on utilisera le signe (>) pour montrer la différence d'un niveau dans l'échelle de jugement (le cas de I_{13} et I_{10} dans l'exemple précédent. on utilisera le signe (>>) pour montrer la différence de deux niveaux dans l'échelle de jugement (le cas de I_{13} et I_{11} dans l'exemple précédent. Et enfin on note (=) quand deux indicateurs contribuent de la même manière.

- $W_{I_1} = 1$ car le critère ne présente qu'un seul indicateur.
- $W_{I_2} = 1$ car le critère ne présente qu'un seul indicateur.
- $W_{I_3} = W_{I_4}$

Les deux indicateurs, concernent la santé et la prévention contre les maladies, l'un porte sur le taux de contamination par les réseaux (MTH) et l'autre sur le taux de vaccination. Les contributions de ces deux compteurs sont pris à égalité, car ils sont autant important l'un que l'autre.

- $W_{I_6} \geq W_{I_5} = W_{I_7}$

L'indicateur « Taux annuel d'accident de travail » est pris plus important que les deux autres, vu que même si le personnel est formé à la sécurité (I_4), ou bien qu'ils soient bien équipés contre les accidents de travail (I_7), des accidents peuvent survenir.

Indicateur	I_1	I_2	I_3	I_4	I_5	I_6	I_7
Poids W_i	1	1	0,5	0,5	0,2	0,6	0,2

Tableau 44 : Les poids des indicateurs de l'objectif 1.

b) Le poids des critères :

Pour calculer les différents poids, on a choisi la configuration suivant l'importance du critère :

- $W_{c1} >> W_{c2}$

Le critère santé, de par les dégâts et les dommages qu'il cause, est pris plus important par rapport aux nuisances olfactives qui elles, restent relativement moins dangereuses que les MTH.

- $W_{c3} > W_{c4}$

Les maladies à transmission hydrique (MTH) causent plus de dommages et de préjudices que les accidents de travail, pour un égoutier en Algérie, les risques de maladies sont plus prépondérant que les accidents lors de l'exécution de son travail. Ce qui a justifié notre choix.

Tableau 45 : Les poids des critères de l'objectif 1.

Critères	C ₁	C ₂	C ₃	C ₄
Poids W _{ci}	0,83	0,167	0,75	0,25

c)Le poids des sous objectifs :

Les poids sont pris à égale importance, les usagers, ont autant d'importance que le personnel chargé du réseau d'assainissement.

Tableau 46 : Les poids des sous objectif 1 et 2.

Sous objectif	Sob1	Sob2
Poids	0,5	0,5

4-1-2) les résultats

Avec un programme fait avec le tableur « Excel », de Microsoft, nous allons présenter les résultats sous forme de graphes (représentation en colonne), pour une bonne compréhensibilité et interprétations des résultats, puis nous passerons aux commentaires pour des explications.

Chapitre IV Application sur un cas réel

Indicateur	Valeur des indicateurs	Performance de l'indicateur	Poids de l'indicateur	Critère	Poids des critères	Sous objectifs	Poids des sous objectifs	objectif
Préserver la santé, l'hygiène et la sécurité des usagers et du personnel								
I ₁	0	0	1	0	0,83	0	0,5	0,365
I ₂	0	0	1	0	0,167			
I ₃	0	1	0,75	0,7	0,75	0,73	0,5	
I ₄	40%	0,4	0,25					
I ₅	100%	1	0,2	0,82	0,25			
I ₆	9,75%	0,7	0,6					
I ₇	100	1	0,2					
Avoir un cadre institutionnel compétent en matière des systèmes d'assainissement urbain								
I ₈	Oui	1	1	1	0,5	1	0,5	0,639
I ₉	Oui	1	1	1	0,5			
I ₁₀	60%	0,6	0,25	0,212	0,454	0,278	0,5	
I ₁₁	[O.1]	0,25	0,096 ≈ 0,1					
I ₁₂	Acceptable	0,4	0,096 ≈ 0,1					
I ₁₃	+1jour	0	0,55	0,4	0,454			
I ₁₄	Moyen	0,25	0,3					
I ₁₅	Moyen	0,25	0,3					
I ₁₆	Bon	0,75	0,3					
I ₁₇	Nul	0,25	0,1	0	0,09 ≈ 0,1			
I ₁₈	Pas inscrit	0	0,5					
I ₁₉	Pas obtenu	0	0,5					

Tableau 47 : Récapitulatif des résultats suivant la méthode AHP

a) Représentation en colonne des indicateurs

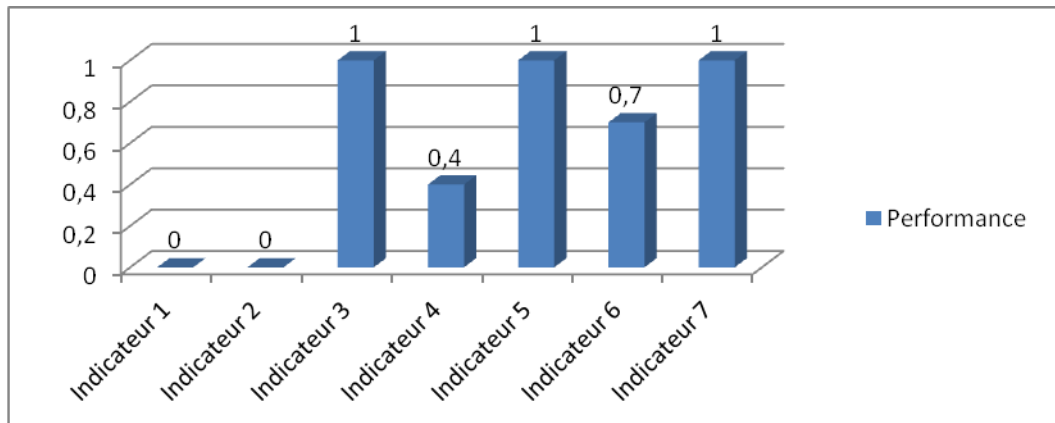


Figure 29 : Représentation en colonne des performances des indicateurs du sous objectif 1.

b) Représentation en colonne des critères :

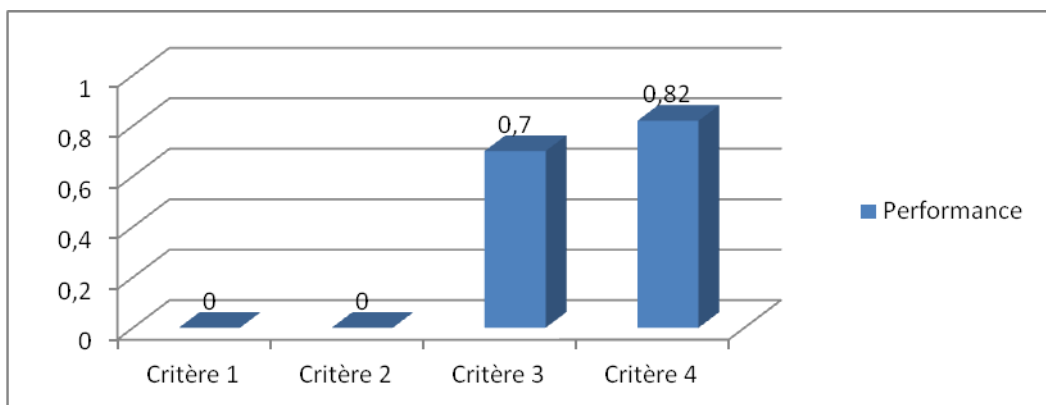


Figure 30 : Représentation en colonne des performances des critères C_1 , C_2 , C_3 et C_4 .

c) Représentation en colonne des sous objectifs Sob 1 et Sob 2

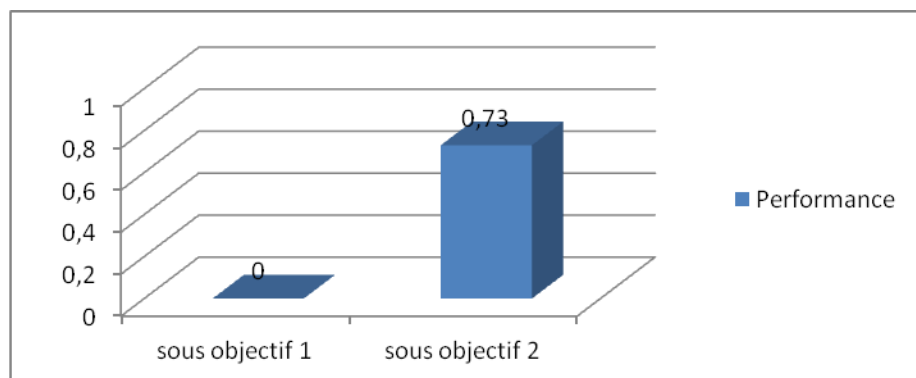


Figure 31 : Représentation en colonne des performances des sous objectifs 1 et 2.

d) L'objectif Préserver la santé, l'hygiène et la sécurité

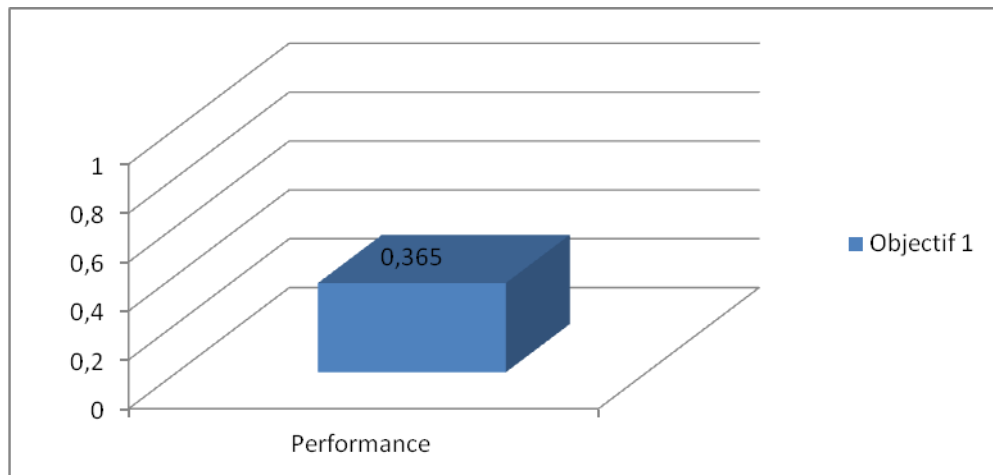


Figure 32 : Résultat de la performance de l'objectif Préserver la santé, l'hygiène et la sécurité.

4-2) Avoir un cadre institutionnel compétent en matière des systèmes d'assainissement urbain (CICSAU)

4-2-1) Les poids :

a) Le poids des indicateurs :

Pour calculer les différents poids, on a choisi la configuration suivant l'importance de l'indicateur :

- $W_8 = 1$ car le critère ne présente qu'un seul indicateur.
- $W_9 = 1$ car le critère ne présente qu'un seul indicateur.
- $W_{13} \geq W_{10} \geq W_{11} = W_{12}$.

On a estimé que le I_{13} , le nombre de jours de dysfonctionnement de la STEP, est l'élément le plus important dans cette série d'indicateurs, vu que l'on désire atteindre des objectifs qui entrent dans le cadre de DD et que l'environnement est une notion fondamentale dans ce concept. Puis on classe l'indice de connaissance des installations d'assainissement en deuxième position, car une base de données est clairement une chose très importante pour la gestion d'un SAU. Enfin le taux de points noirs et le taux de renouvellement, qui sont en fait inclus dans l'indice de connaissances des installations et qui contribuent de la même manière, occupent la troisième place dans notre classement.

Chapitre IV Application sur un cas réel

$$- W_{14} = W_{15} = W_{16} \geq W_{17}$$

Les indicateurs, taux de plaintes, le temps de réponse à une plainte et le taux d'efficacité du service, sont pris comme contribuant identiquement au critère Qualité relationnel avec les usagers, déjà ils sont liés entre eux mais aussi, la satisfaction des abonnés est un principe fondamental dans le DD, puis même si la communication est un élément fondamental, on classe l'existence du service d'information en deuxième position.

$$- W_{18} = W_{19}$$

Les deux indicateurs contribuent identiquement au critère, la gestion de la qualité du service (ISO 9001) est aussi importante que le management environnemental (ISO 14001), ils sont même liés car, une bonne gérance prend en charge le côté environnemental.

Indicateur	I ₈	I ₉	I ₁₀	I ₁₁	I ₁₂	I ₁₃	I ₁₄	I ₁₅	I ₁₆	I ₁₇	I ₁₈	I ₁₉
Poids W _i	1	1	0,25	0,1	0,1	0,55	0,3	0,3	0,3	0,1	0,5	0,5

Tableau 48: les poids des indicateurs de l'objectif 2.

b) Le poids des critères :

Pour calculer les différents poids, on a choisi la configuration suivant l'importance du critère :

$$- W_{C5} = W_{C6}$$

Les critères contribuent identiquement au sous objectif : Efficacité institutionnelle des systèmes d'assainissement urbain.

$$- W_{C7} = W_{C8} \gg W_{C9}$$

« Pérennité du service » a autant d'importance que « la Qualité relationnel avec les usagers » dans le cadre du développement durable. Leurs contributions est identique, ce qui n'est pas le cas du « Certification et normalisation », n'étant pas une exigence réglementaire et son absence ne constitue pas une performance non réglementaire, mais son inscription dans cette démarche, traduit la volonté de l'administration à se mettre au diapason des entreprises internationales.

Chapitre IV Application sur un cas réel

Critères	C ₅	C ₆	C ₇	C ₈	C ₉
Poids W _{ci}	0,5	0,5	0,454	0,454	0,009

Tableau 49 : les poids des critères de l'objectif 2.

c) Le poids des sous objectifs :

Dans le cadre du développement durable, les sous objectifs « Assurer une gestion par un service spécialisé avec un contrôle technique en Assainissement Urbain » et « Efficacité institutionnelle des systèmes d'assainissement urbain » sont pris d'égale importance. Le fait est que, même si cette institution existe, elle doit répondre de sa gestion. Elle doit avoir une surveillance rigoureuse du système, mais aussi une bonne administration vis-à-vis des usagers.

Les deux sous objectif sont pris à égale importance.

Sous objectif	Sob3	Sob4
Poids	0,5	0,5

Tableau 50 : les poids des sous objectifs 1 et 2.

4-2-2) les résultats

a) Représentation en colonne des La performance des indicateurs

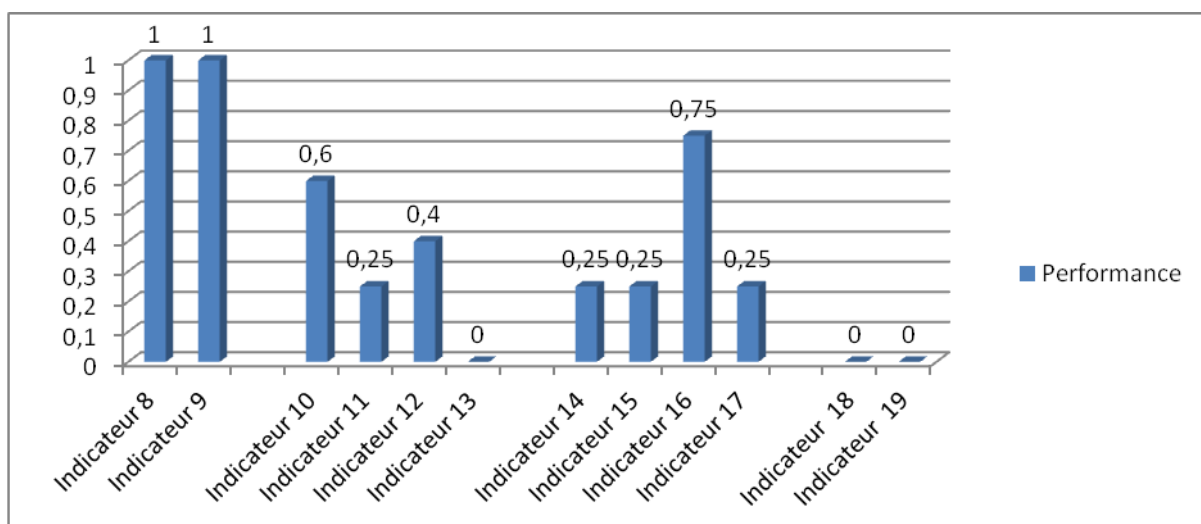


Figure 33 : Représentation en colonne des performances des indicateurs du sous objectif 2.

b) Représentation en colonne des critères :

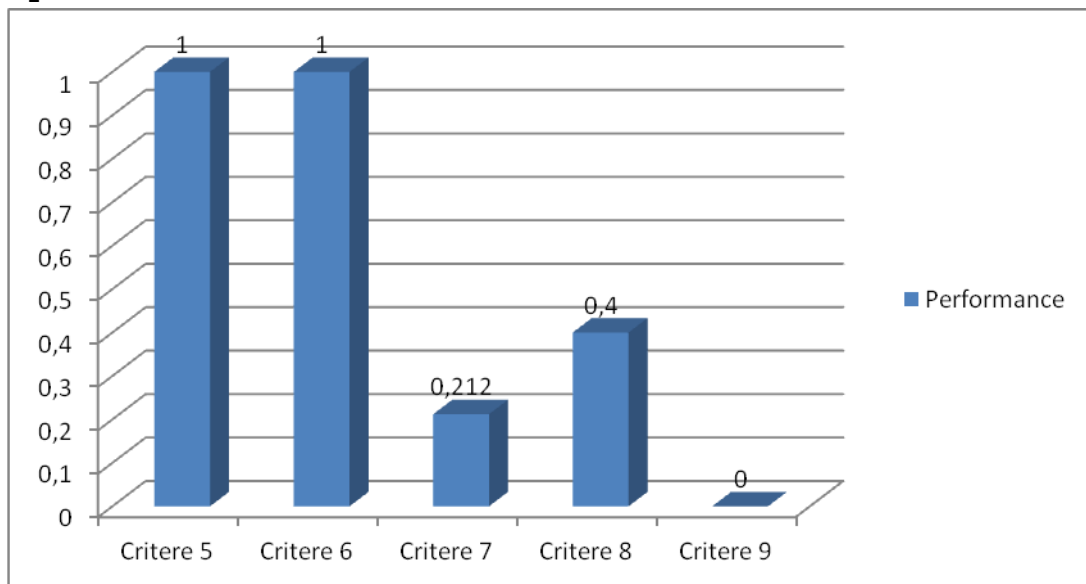


Figure 34 : Représentation en colonne des performances des critères de C₅, C₆, C₇, C₈ et C₉.

c) Représentation en colonne des sous objectifs

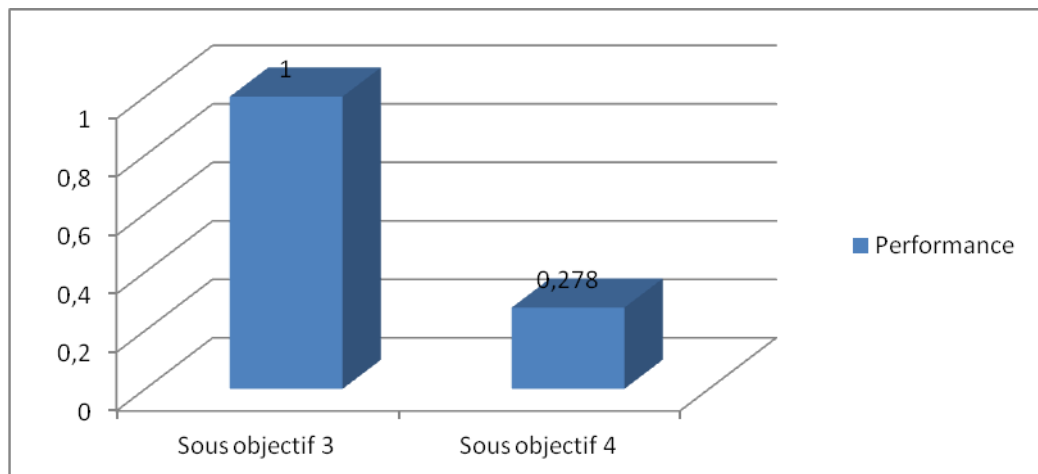


Figure 35 : Représentation en colonne des performances des sous objectifs 1 et 2.

d) L'objectif Avoir un cadre institutionnel compétent en matière des systèmes d'assainissement

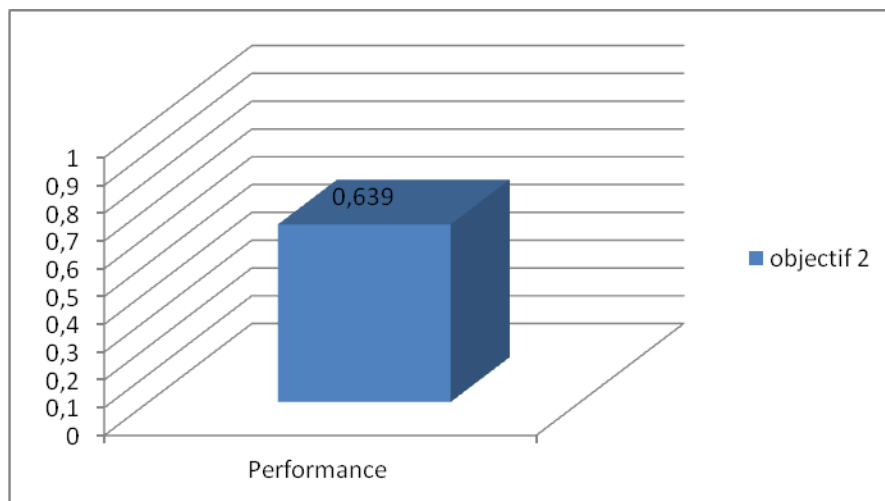


Figure 36 : Résultat de la performance Avoir un cadre institutionnel compétent en matière des systèmes d'assainissement urbain.

Nous avons suivi la méthodologie prescrite dans le chapitre III, afin d'arriver à une quantification des objectifs. Le jeu d'indicateurs qu'on a proposé, nous a permis de faire une estimation et une évaluation de la durabilité du système d'assainissement de la ville de Bejaia, selon les objectifs retenus.

D'après les graphes, on constate que des efforts ont été orientés dans certains axes, notamment celui concernant le personnel travaillant au sein de l'ONA, comme le montre les performances des indicateurs I_3 , I_5 et I_7 dans la figure 29. Ceci se fait voir surtout sur la performance du critère, où la moyenne est largement dépassée. Mais dans l'ensemble, du travail reste encore à faire, avec une note de performance de 0.212, le réseau montre une réelle défaillance dans sa gestion. La qualité du service aux usagers (C_8), peine aussi à trouver une bonne moyenne (figure 34). Ces deux critères affectent directement la note de performance du sous objectif 4, étant ces principaux critères.

Pour la note de l'objectif 1, qui a eu une performance de 0.365, la sévérité prise pour évaluer la performance des indicateurs I_1 , I_2 ($P_1=0$, $P_2=0$), ont largement contribué à la mauvaise note de sa performance.

En ce qui concerne l'objectif 2, la moyenne est légèrement dépassée, les deux critères C_5 , C_6 (par ricochet les indicateurs I_8 et I_9 : les critères ne sont composés que d'un seul indicateur chacun), ont soutenu la performance de l'objectif pour atteindre 0.639, ce qui a pour effet de

dissimuler la mauvaise performance du sous objectif « efficacité institutionnelle », pourtant combien important, dans le résultat final.

On a pu faire une évaluation de la durabilité du système d'assainissement de la ville de Bejaia, mais pour avoir une vision plus globale, il faut essayer d'inclure et élargir les calculs sur d'autres objectifs, ceux non retenus.

IV-2) Présentation du site d'étude (2^{eme} PARTIE).

Dans cette partie, nous allons agréger les performances des indicateurs et critères, sur le même système d'assainissement de la ville de Bejaia avec deux autres méthodes. Le but étant d'établir un rapprochement et de déterminer la limite de la méthode AHP appliquée au cours de ce mémoire.

Le principe du calcul de la performance globale est le même pour toute les méthodes (l'approche ascendante). La différence réside essentiellement dans le calcul des coefficients de pondération, qui survient spécialement dans l'utilisation des échelles d'importance.

Nous avons calculé la durabilité du système d'assainissement selon les trois procédés, en essayant de garder les mêmes configurations des préférences, sauf pour la méthode de la moyenne arithmétique, ou aucune considération n'est préétablie. En ce qui concerne la méthode des cartes, un récapitulatif des résultats numériques est présenté dans l'annexe E et F, nous tenterons de mettre en relief les différences de ces résultats, en les exposant par représentation en colonne.

IV-2-1) Description de la méthode des cartons :

Le principe du calcul de la performance globale est le même que celui de la méthode AHP (l'approche ascendante). A partir des performances des indicateurs, la performance globale du critère et du sous objectif est déterminée par la relation suivante :

$$PC_j = \sum_{i=1}^n PI_i \times w_i$$

Avec:

PC_j : valeur de performance pour le critère C_j

PI_i : valeur de performance pour l'indicateur I_i du critère C_j

W_i : valeur du coefficient de pondération pour l'indicateur I_i du critère C_j

Chapitre IV Application sur un cas réel

Le calcul des coefficients de pondération et la détermination des poids sont effectués par le moyen de jeu de carte (Paragraphe III.5.4.3.3-2).

On va tenter de garder la même configuration de classement des indicateurs, critères et des sous objectifs, qui étaient utilisés lors de l'élaboration de la méthode AHP, le but étant de comparer les deux échelles d'appréciation.

Exemple d'application

Comme exemple d'application, on va prendre les mêmes indicateurs pris dans la méthode AHP.

$$W_{13} \geq W_{10} \geq W_{11} = W_{12}.$$

Cette configuration donnera le tableau suivant :

Rang Inverse	Critères de rang r	Nombre de critères de rang r	Poids (-)	Poids moyen(-)	Poids Relatif
R		Nr	Pr	$Q_r = \frac{\sum Pr}{Nr}$	$Q_r = \frac{\sum Qr}{\sum P}$
1	I ₁₁ , I ₁₂	2	1,2	1,5	0,15
2	I ₁₀	1	3	3	0,3
3	I ₁₃	1	4	4	0,4
somme	-----	-----	86**	-----	-----

Tableau 51 : Matrice Des Poids Des indicateurs I₁₀, I₁₁, I₁₂ I₁₃ suivant la méthode des cartons.

IV-2-2) Description de la méthode proposée (méthode de la moyenne arithmétique):

Dans cette, partie, nous allons octroyer directement des poids au indicateurs et critères d'une manière équitable de sorte à ce que aucun d'eux ne soit mieux que l'autre et qu'aucun ne peut influencer par son poids, mais seulement par sa performance.

Description de la méthode :

Le principe du calcul de la performance globale est le même que celui de la méthode AHP et la méthode de pondération par la technique des jeux de cartes (l'approche ascendante). A partir des performances des indicateurs, la performance globale du critère et du sous objectif est déterminée par la relation suivante :

Chapitre IV Application sur un cas réel

$$PC_j = \sum_{i=1}^n PI_i \times w_i$$

Avec:

PC_j : valeur de performance pour le critère

$C_j PI_i$: valeur de performance pour l'indicateur I_i du critère C_j

W_i : valeur du coefficient de pondération pour l'indicateur I_i
du critère C_j

Cette fois, on ne va pas demander ou solliciter l'avis du décideur, l'attribution des poids aux indicateurs et critères se fait automatiquement, d'une manière équitable sur le nombre d'indicateurs qui forment un critère, et le nombre de critères qui forment un sous objectif. Cela montrera, la portée et l'importance du choix des décideurs.

Exemple d'application

Comme exemple d'application, on va prendre les mêmes indicateurs pris dans la méthode AHP et la méthode des cartons, dans les exemples précédents.

Par cette méthode, on suppose qu'on a n critères à agréger, et que ces derniers ont tous la même valeur.

$$W_{13} = W_{10} = W_{11} = W_{12} .$$

Cette configuration donnera le tableau suivant :

Indicateur	I_{10}	I_{11}	I_{12}	I_{13}
Poids W_i	0,25	0,25	0,25	0,25

IV-2-2) les résultats

2-1-1) Les critères

a) Préserver la santé, l'hygiène et la sécurité

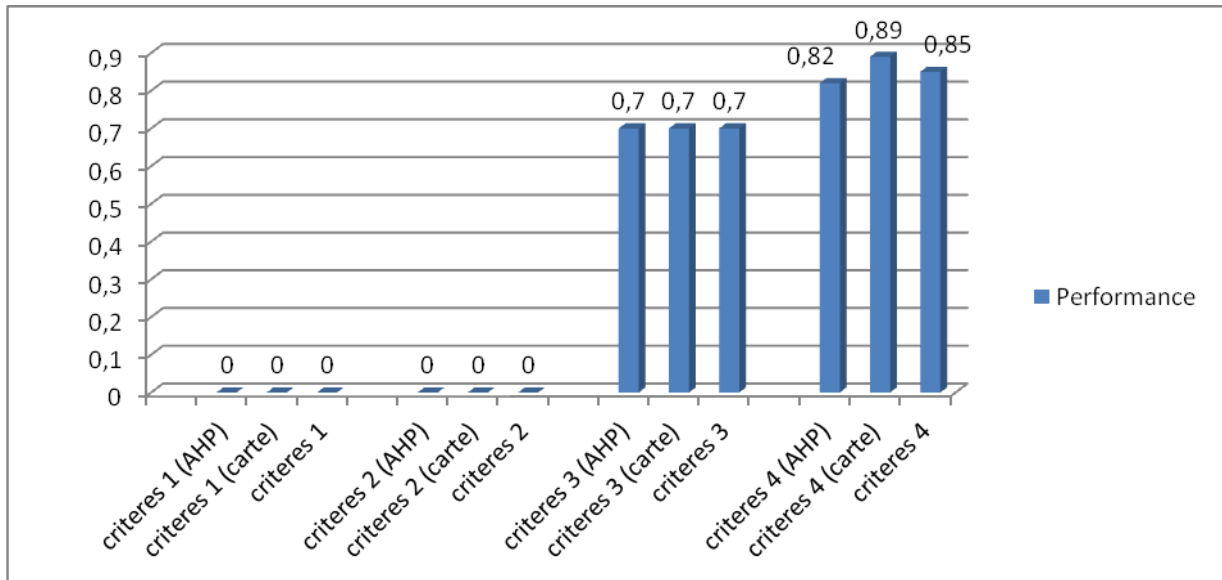


Figure 37 : Représentation en colonne des performances des critères C₁, C₂, C₃ et C₄ selon les trois méthodes.

b) Avoir un cadre institutionnel compétent en matière des systèmes d'assainissement urbain

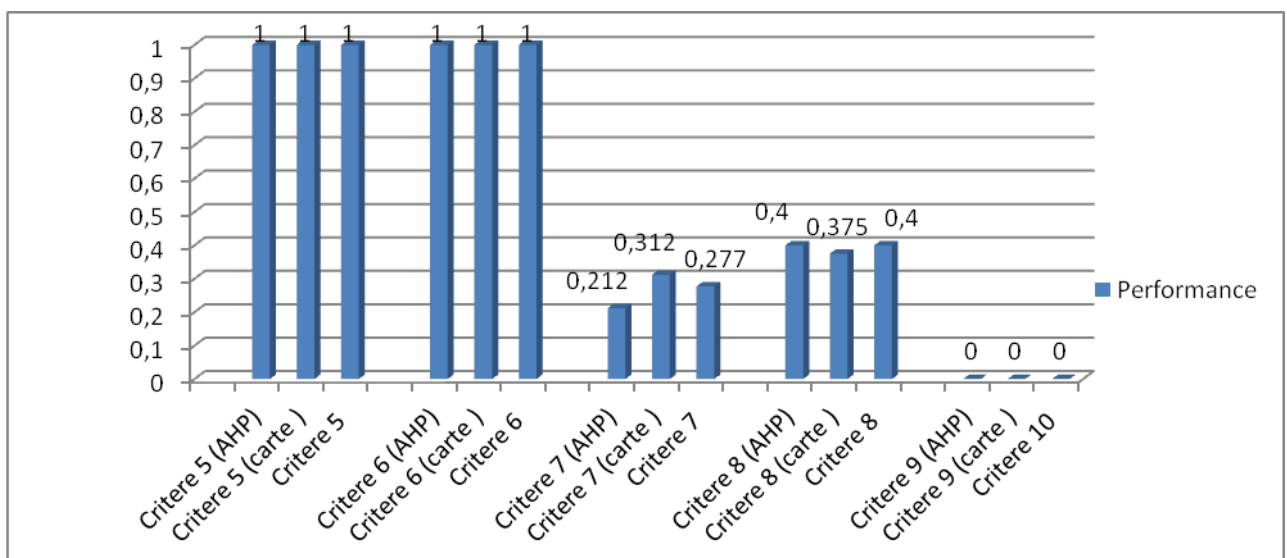


Figure 38 : Représentation en colonne des performances des critères de C₅, C₆, C₇, C₈ et C₉ avec les trois méthodes.

2-1-2) Représentation en colonne des performances des sous objectifs

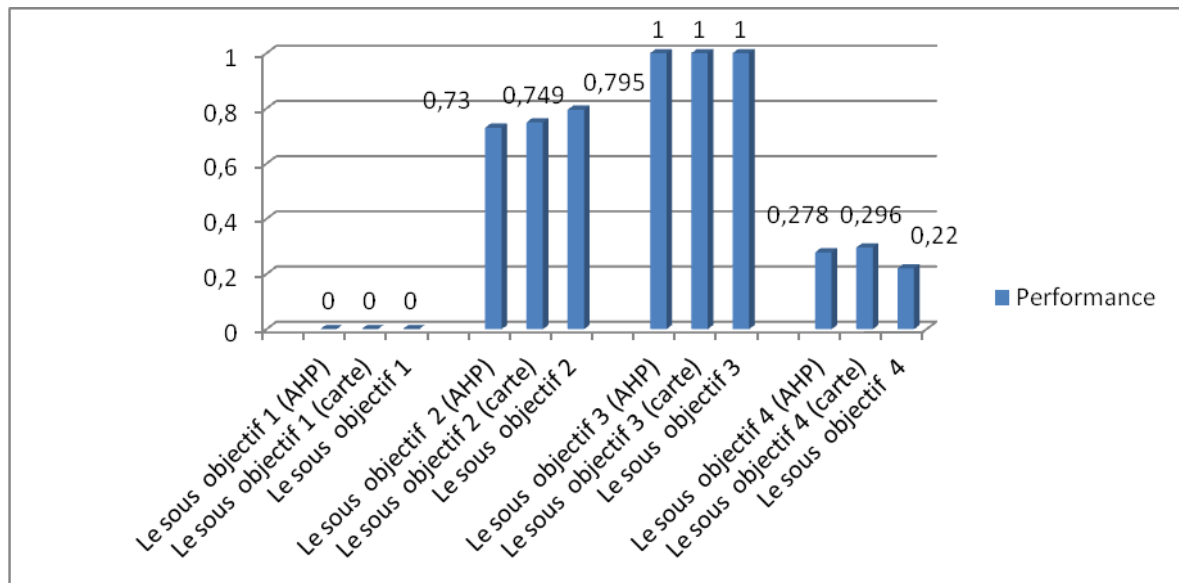


Figure 39 : Représentation en colonne des performances des sous objectifs selon les différentes méthodes

2-1-3) Représentation en colonne des performances des objectifs 1 et 2

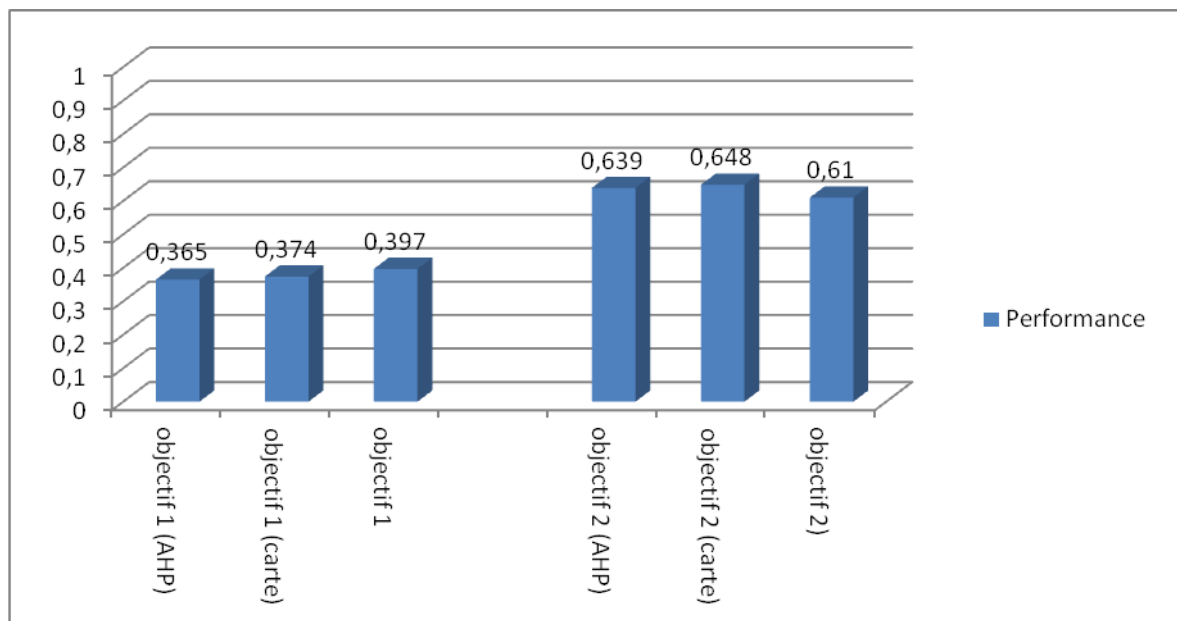


Figure 40 : Représentation en colonne des performances des objectifs 1 et 2 selon les différentes méthodes.

2-1-3) Représentation en radar des critères c_7 , c_8 et c_9

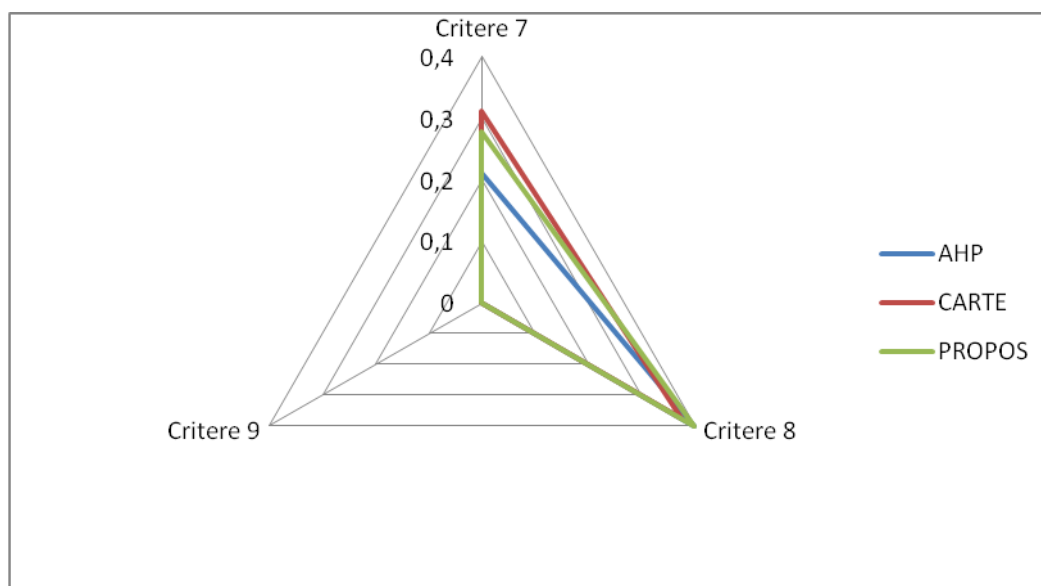


Figure 41 : Représentation en radar des critères 7 ,8 et 9 avec les différentes méthodes.

Les critères C_1 , C_2 , C_5 , C_6 , C_9 , ne présentent pas d'intérêt dans ce cas, car ils ne contiennent qu'un seul indicateur, de ce fait, ils ne seront pas agrégés, la performance de l'indicateur est la note de performance du critère.

On remarque des différents graphes, que les résultats ne se disposent pas sur une même valeur, Le non alignement des critères C_4 , C_7 et C_8 comme le montrent les figures 38 et 39 (l'écart entre C_7 et C_8 à atteint 0,1), est du au mode de calcul de coefficient de pondération, en d'autre terme a l'échelle de préférence utilisée puisque la méthodologie de calcul est la même, pour les trois méthodes. Même avec une configuration analogue de nos choix, en ce qui concerne la méthode AHP et la méthode d'utilisation des cartons, (la méthode de la moyenne arithmétique est sans classement), des flottements sont apparus, qui se sont accentués au fils des niveaux de calcul. L'idéal aurait été d'avoir beaucoup plus d'indicateurs avec des performances non nulles.

La note globale des objectifs, différents légèrement d'une méthode à une autre (figure 40), choisir la meilleure proposition, revient à adapter la pondération adéquate. Néanmoins on peut dire que l'AHP donne de bons résultats. L'un des avantages de la méthode AHP est qu'elle fait une vérification de la consistance des résultats, choses que les autres méthodes ne font pas. Un indice de cohérence permet d'évaluer les calculs effectués, si une erreur est détectée, on doit revoir notre jugement. Cet indice nous

Chapitre IV Application sur un cas réel

permettra d'avancer à chaque fois avec prudence et surtout de ne pas refaire les opérations depuis le début.

Beaucoup de méthodes de pondération existent, Il sera judicieux, plus tard, de proposer une méthode d'aide à la prise de décision pour choisir la méthode de pondération la plus adaptée.

IV-3) Conclusion

L'application de la méthodologie proposée sur le système d'assainissement de la ville de Bejaia, nous a permis d'avoir une estimation de sa performance selon les objectifs retenus, cela nous a aussi permis de mettre en évidence ses points forts et points faibles.

Les étapes pour arriver à une note globale, nous ont donné l'occasion de visualiser les anomalies et les lacunes du système, ceci nous aidera (mais aussi le décideur), à prévoir des plans d'actions en vue de corriger ces failles et de nous approcher le plus possible des objectifs prévus. Le bénéfice tiré dans l'orientation de nos réalisations via ces méthodes, comporte aussi le risque de délaissier des objectifs, jugé de moindre importance, qui seront dilués dans les objectifs dits prioritaires lors de l'agrégation. traiter une multitude de données brutes pour dégager une seule information, entraîne une certaine perte de données, surtout si le procédé de calcul se base sur plusieurs niveaux de calculs (dans notre cas, c'est trois niveaux), cela entraîne une perte précieuse de renseignements.

Enfin, la comparaison des résultats de la performance de la durabilité du système, avec les différentes méthodes, nous a montré la dépendance de ces derniers à la manière de pondération utilisée. La méthode AHP est recommandée dans notre cas, vu sa simplicité et l'assurance de ses calculs (indic de cohérence).

Conclusion générale

Ce travail a consisté à mettre en place une méthode permettant d'évaluer la performance d'un système d'assainissement à partir des critères et des indicateurs de performance représentant une approche en accord avec la notion de développement durable. Nous avons essayé de rapporter des solutions aux gestionnaires des systèmes d'assainissement par le biais d'un outil d'aide à la décision, pour répondre aux problèmes liés à l'évaluation de la durabilité de ces systèmes. Pour cela, nous avons adopté une démarche multicritères avec l'utilisation de l'approche performentielle pour traduire les données brutes et les valeurs des indicateurs à des connaissances plus significatives et facilement exploitables dans le processus de prise de décision.

Dans le premier chapitre nous avons décrit la problématique de l'assainissement urbain dans le cas des villes algériennes et essayé de faire apparaître les lacunes et les défaillances dans le fonctionnement des systèmes d'assainissement.

Dans le chapitre 2, nous avons rapporté par le biais d'une étude bibliographique, Un bilan des travaux en cours sur la durabilité des systèmes d'assainissement. Ensuite, à partir d'une description de la faisabilité de DD en matière d'assainissement, cas d'Algérie.

Dans le chapitre 3, nous avons proposé une méthodologie à suivre, pour arriver à calculer la durabilité du système assainissement à partir de deux objectifs : « Préserver la santé, l'hygiène et la sécurité des usagers et de personnel » et « Avoir un cadre institutionnel compétent en matière des SAU ». L'approche s'est faite suivant l'utilisation d'indicateurs, qui sont présentés avec une nomenclature, comportant un nom, une définition, un mode de calcul, une unité de mesure et des données nécessaires à leurs utilisations. Reste l'agrégation, nous avons choisi la somme pondérée pour sa clarté et sa simplicité d'utilisation, puis pour coefficients de pondération, la méthode AHP. Malgré sa complexité, c'est une méthode qui permet de vérifier la cohérence des relations d'importance entre indicateurs.

Dans le chapitre 4, dans la 1^{ère} partie, on a confronté la méthodologie proposée, sur un cas réel, qui est la ville de Bejaia. Ça nous a permis d'identifier, les paramètres et les indicateurs les plus importants. Dans la deuxième partie, on a comparé la méthode AHP avec d'autres méthodes, cela a mis en relief l'importance de la manière de pondérer les indicateurs et critères et donne de la valeur aux différents jugements dans le cas de l'aide à la prise de décision, ou le gestionnaire aura un choix plus large pour cibler

ces objectifs.

Bibliographie

BALKAMA, A.J., PREISIG, H.A., OTTERPOHL, R. & LAMBERT, F.J.D., 2002

« Indicator of sustainability assessment of waster treatment », Urban water, 4, 153-161.

BENZERRA, A., 2008

«Problématique de la situation Algérienne en matière d'assainissement ». Rapport d'étude. Laboratoire d'hydraulique appliquée. Université de Bejaia

BONIERBALE, T., 2003

« Evaluation de la qualité environnementale des systèmes d'assainissement urbain ». XXIème rencontres universitaire de génie 2003. PRIX « RENE HOUPERT », 2 et 3 JUIN 2003, UNIVERSITE LA ROCHELLE.

BONIERBALE, T., 2004

« Élément pour l'évaluation de la qualité environnementale des systèmes d'assainissement urbains ». Thèse de doctorat, université de Marne-la-vallée, septembre 2004, 226 pages.

CATE, 2004

L'eau en Algérie : le grand défi de demain, avant projet de rapport. CNES.

CHERRARED, M., 2008

« Faisabilité et problématique du développement durable en matière d'assainissement en Algérie ». Les journées scientifiques et techniques de l'eau, société SAVOIR PLUS le 26 et le 27 février 2008, Bejaia.

CHERRARED, M., CHOCAT, B., BENZERRA, A., 2007

« Problématique et faisabilité du développement durable en matière d'assainissement urbain ». 6^{ème} conférence international sur les techniques et stratégies durable pour la gestion des eaux urbaines par temps de pluie, NOVATECH du 25 au 28 juin 2007, Lyon.

CNES, 2005

Rapport national sur le développement humain. République algérienne.

CNES, 1998

L'environnement en Algérie. CNES.

COUSQUER, Y., DUMONT, J., HANUS, F., LAVOUX, T., PRIME, J., 2004

« Les indicateurs de performances appliqués aux services publics de l'eau et de l'assainissement ». Constat et proposition, Rapport N°2004-0062-1, République française.

DAPE ,2006

Synthèse sur les projets d'assainissement, Ministère des Ressources en Eau

DALANNOY, 1989

« Evaluation multicritère de la qualité d'un projet de restructuration de réseau d'assainissement ».Thèse doctorat, INSA de Lyon France, 315p

Guérin-Schneider, L., 2001

« Indicateurs de performance des services d'eau et d'assainissement dans le cadre du suivi par les collectivités », Thèse doctorat, ENGREF.2001.

ISO, 2000

« Systèmes de management environnemental de la France- spécifications et lignes directrices pour son utilisation ». Norme française NFEN ISO 14001. Paris : AFNOR.

JOURNAL OFFICIEL, 1993

« Décret exécutif N°93-163 du 10 juillet 1993 ». JO de la République Algérienne du 14 juillet 1993,p 10-11.

LABOUZE, E., 1995

« Les indicateurs de performance environnementale ». La revue française de comptabilité, 272p.

OCDE, 1993

« Corps central d'indicateurs de l'OCDE pour l'examen des performance environnementales. Paris : Organisation de coopération et de développement économique, 1993, 41p.

ONA, 2004

« Manuel de la gestion de l'assainissement algérien, tome I : collecte et transport »,

OMS, 2004

Directives de qualité pour l'eau de boisson. Organisation mondiale de la santé, Genève, vol 1 : 3eme édition, ISBN 92 4156387.

ROY, B ., 1985

« Méthodologie multicritère d'aide a la décision ». Paris, Economica. 1985.

ROY, B ., BOUYSSOU, D., 1993

« Aide multicritère à la décision : Méthodes et cas ». Collection Gestion, Economica, 695 p. ISBN 2-7178-2473-1.

SAATY, T.L., 1996

«Multicriteria Decision Making: the analytic hierarchy process ». Volume 1. RWS Publication Pittsburgh.

WEBER, Jean-Louis & LAVOUX, Thierry, 1994

« Réflexion sur les critères de définition et de choix des indicateurs d'environnement ».Orléans : Institut Français de l'Environnement, 54 p.

YANNOU B., LIMAYEM F. 2003

« Les méthodes de comparaison par paires : Intérêt fondamental ». Laboratoire Productique-Logistique, Ecole Centrale Paris.

ZEKOUIK. T., 2009

« Construction d'un outil d'évaluation de la durabilité d'un système d'assainissement urbain – application au SA de Jijel ». Mémoire de magister hydraulique, université de Bejaia, 2009.

Annexe



Annexe A

i	Maladie	Définition	Cause
1	Arsenicisme	L'arsenicisme est une maladie chronique a pour conséquence divers effets sur la santé incluant des problèmes de peau, des cancers de la vessie, des reins et des poumons, et des maladies sur les vaisseaux sanguins des langues et des pieds, et aussi des diabètes, une haute pression sanguine et des désordres de reproduction.	Consommation d'eau contenant des niveaux élevé en arsenic sur une longue période (tel que de 5 à 20 ans). L'OMS recommande une limite de 0,01 mg/l d'arsenic dans l'eau potable.
2	ascaridiase	L'ascaridiase est une infection de l'intestin grêle causé par le ver rond : <i>Ascaris lombricoïdes</i> . Lorsque les larves voyagent dans le corps, elles peuvent causer des dommages viscéraux, des péritonites, des inflammations, un grossissement du foie ou de la rate, une intoxication et une pneumonie. Une forte infection peut entrainer une insuffisance alimentaire ; d'autres complications, parfois mortelles, incluent l'obstruction des intestins par le bolus des vers, l'obstruction de la bile ou du canal de Wirsung.	Nourriture non cuite ayant poussée dans un sol contaminé ou irrigué par eaux usées non traité
3	choléra	Le choléra est une maladie aigue et diarrhéique provoquée par une infection de l'intestin par la bactérie <i>Vibrio cholerae</i>	Consommation d'une eau ou une nourriture contaminée par la bactérie du choléra
4	Toxines Cyano-bactérielles	Une Cyano-bactérie est une bactérie photosynthétique de la classe <i>Coccogoneae</i> ou <i>Hormogoneae</i> , généralement de couleur bleu et, pour certaines espèces, capable de fixer l'azote. Elle est également appelée <i>algue bleu</i> . certaines espèces de cyanobactérie produisent des toxines qui ont des effets sur les hommes et les animaux. La maladie varie selon le type de toxine et le type d'eau ou l'exposition à l'eau. Les hommes sont affectés avec une gamme de symptômes incluant l'irritation de la peau, des crampes à l'estomac, des vomissements, des nausées, des diarrhées, des fièvres des maux de tête, une angine, des douleurs aux muscles et aux articulations, des cloques sur la bouche et des dommages du foie,	consommation d'une eau ou baignade dans des eaux contaminées par toxines cyanobactérielles
5	La Dengue	La dengue est une maladie infectieuse aigue causes par un virus et transmis par la piqure du moustique <i>Aedes</i>	Présence des eaux usées a ciel couvert
6	La diarrhée	La Diarrhée est une excréation fréquente de fèces aqueuses par les intestins, contenant parfois du sang et des mucus	Consommation ou utilisation d'eaux contaminées

i	Maladie	Définition	cause
7	La dracunculose	La dracunculose ou maladie du ver de Guinée est une infection causée par le parasite <i>Dracunculus medinensis</i> .	Consommation d'une eau contenant des larves de <i>Dracunculus medinensis</i> .
8	La Fluorose	La fluorose est condition anormale causée par une prise excessive de fluor, comme de l'eau potable fluorée, caractérisée principalement des tâches sur les dents. Un niveau modéré d'expositions chronique (supérieur à 1,5 mg/1 d'eau) est assez courante.	Consommation d'eau contenant des niveaux élevés en fluor.
9	La lamblia	La lamblia est une infection de l'intestin grêle par un protozoaire, <i>Giardia lamblia</i> .	Contamination par des mains non lavées d'une personne infectée ou par une consommation d'une eau souterraine contaminée par des fèces d'animaux infectés
10	Hépatite A	L'hépatite est n'importe quelle maladie comportant une inflammation du foie. La maladie commence avec une forte fièvre, une faiblesse du corps, une perte d'appétit, une nausée et un malaise abdominal, suivis par un ictère en quelques jours.	Transmise par l'eau, la nourriture et d'une personne à une autre
11	La leptospirose	La leptospirose est une maladie infectieuse des animaux, spécialement des chats, les porcs, et les chiens, les rongeurs, causée par les spirochètes du genre <i>Leptospira</i> et caractérisée par un ictère et une fièvre. Les symptômes de la leptospirose incluent des fièvres élevées graves maux de tête, des frissons, des douleurs musculaires, et des vomissements, et peuvent inclure des ictères, des yeux rouges, des douleurs abdominales, des diarrhées ou des boutons rénaux, une méningite, des douleurs au foie et des problèmes respiratoires. dans de rares cas, elle peut entraîner la mort.	Transmissible par contact direct avec l'urine d'animaux contaminés ou par contact avec un environnement contaminé par l'urine, tel que l'eau de surface, le sol et les plantes
12	La malaria	La malaria est la maladie parasitaire la plus importante dans le monde. Ses symptômes sont, au début de la maladie, des tremblements et une fièvre durant plusieurs heures et se produisant tous les 3 à 4 jours. Si la maladie n'est pas traitée, la rate et le foie s'agrandissent, une anémie se développe, et un ictère apparait une débilité, une anémie ou un colmatage des vaisseaux des tissus cérébraux par les cellules rouges du sang peuvent être suivis par la mort.	Transmissible par la pique des moustiques femelles qui se multiplient dans les eaux fraîches ou occasionnellement dans les eaux saumâtres.

	Maladie	Définition	Cause
13	La méthémoglobinémie	Elle est caractérisée par la réduction des capacités du sang à transporter l'oxygène du a la réduction des niveaux d'hémoglobine. Les enfants sont les plus affectés, montrant des signes de couleur bleue autour de la bouche, des mains, et des pieds, ayant des diarrhées. Dans les cas extrêmes, il y a une augmentation de la production de salive, des pertes de conscience, certains cas peuvent être mortels.	Présence de niveau élevé de nitrate dans l'eau potable. Contrôler les niveaux en nitrate dans les sources d'eau pour descendre à moins de 50mg/l (normes de l'OMS) est une mesure préventive efficace.
14	L'onchocercose	L'onchocercose est la seconde cause au monde d'infection causant la cécité. Elle est causée par l' <i>Onchocerca volvulus</i> , un ver parasite, qui se développe dans l'eau et qui peut vivre jusqu'à 14 ans dans le corps humain. Les symptômes de cette maladie sur un individu commencent généralement à se montrer 1 à 3 ans après l'infection. La microfilaire émigrée par la peau et cause d'intenses démangeaisons et une dépigmentation de la peau (<i>peau léopard</i>), une adénite ayant pour conséquence un éléphantiasis des parties génitales, de sérieux problèmes visuels et une cécité lorsqu'elle atteint les yeux.	Transmise par une mouche noire (<i>simulium</i>) qui vit dans les eaux usées à ciel ouvert. Le contrôle des sites de développement des insectes dans la rivière est une des meilleures préventions.
15	La gale	La gale est une maladie d'un parasite de la peau hautement contagieuse causée par son acarien (<i>Sarcoptes scabiei</i>). le signe principal de la maladie est une éruption boutonneuse qui se trouve couramment sur les mains, spécialement les plis entre les doigts, les plis de la peau du poignet, le coude ou le genou, le pénis, l'épaule, ou le sein. L'infestation entraîne souvent des démangeaisons partout dans le corps, spécialement la nuit.	Elle est attrapée par contact avec des personnes infectées ou des vêtements contaminés et est plus répandue parmi les personnes vivants entassées et dans des conditions non-hygiéniques. L'hygiène individuelle est une mesure préventive importante et l'accès à un approvisionnement adéquat en eau est important pour le contrôle.

i	Maladie	Définition	Cause
16	La schistosomiase	La schistosomiase est une maladie parasite causée par des distomes du sang, vers trématodes du genre <i>Schistosoma</i> . Les larves du parasite sont hébergées par des escargots et infectent les hommes se baignant ou étant contact avec une eau contaminée. Les larves entrent par la peau, migrent vers les vaisseaux sanguins, et murissent dans les poumons. Ici, elles voyagent dans les veines des intestins ou de la vessie et se reproduisent. Les signes suivant l'infection sont des boutons et des démangeaisons de la peau. Deux mois après l'infection, la fièvre, des tremblements, une toux et des douleurs musculaires peuvent survenir, pendant la maturité des parasites. Les infections non traitées peuvent avoir comme conséquence du sang dans l'urine et les fèces, et agrandissent le foie et la rate. Les autres symptômes dépendent des tissus affectés ; la cirrhose du foie est commune. Bien que les symptômes varient selon les espèces de distomes infectantes, toutes les formes peuvent avoir comme conséquence une faiblesse générale et éventuellement la mort.	Transmise par voie de baignade dans les eaux contaminées
17	La trichocéphalose	La trichocéphalose est une maladie parasitaire causée par l'infection du gros intestin par un trichocéphale parasite (<i>Trichuris trichiura</i>). Le principal facteur de risque pour l'infection est l'ingestion d'œufs de sols contaminés par des fèces. certaines épidémies ont été dues aux légumes contaminés (contamination présumée de sol). Le développement des symptômes dépend du poids parasites/ œufs. Les infestations légères sont souvent asymptomatiques, les fortes infestations peuvent entraîner des diarrhées sanglantes, des longues pertes de sang peuvent mener à une anémie de carence en fer, des prolapsus rectaux sont aperçus dans les cas graves.	Légumes irrigués par des eaux contaminées.
18	Fièvre typhoïde	Les fièvres entériques typhoïdes et paratyphoïdes sont aiguës, infections généralisées causées respectivement par la <i>Salmonella typhi</i> et la <i>paratyphoïde</i> . Les principales sources d'infection sont l'eau et le lait contaminés et, spécialement dans les communautés urbaines, les ouvriers de l'alimentation qui sont porteurs. Les symptômes de la typhoïde apparaissent 10 à 14 jours après l'infection ; ils peuvent être légères ou sévères et incluent des fortes fièvres, des tâches de couleur rose sur l'abdomen et le torse, des diarrhées ou des constipations, et un agrandissement de la rate et du foie. Les complications des patients non traités peuvent être nombreuses, affectant partiellement chaque système du corps, et peuvent même provoquer une perforation de l'intestin avec une hémorragie. Les complications justifient les taux de mortalité de 7% à 14%.	Les principales sources d'infection sont l'eau et le lait contaminés et, spécialement dans les communautés urbaines.

i	Maladie	Définition	Cause
19	La Dysenterie	<p>La Dysenterie est une maladie infectieuse grave, aiguë ou chronique du côlon chez l'Homme, caractérisée par des selles fréquentes et aqueuses (diarrhée), souvent mêlées de sang (rectorragie), de mucus ou de glaires et accompagnées de fortes crampes abdominales. Elle est provoquée par l'ingestion d'aliments contenant certains micro-organismes, qui provoquent une maladie dans laquelle l'inflammation des intestins affecte gravement le corps.</p> <p>Il y a deux principaux types :</p> <ul style="list-style-type: none"> • La <i>dysenterie bacillaire</i> ou <i>shigellose</i>, causée par l'un des divers types de la bactérie <i>Shigella</i>, nommée ainsi en l'honneur du bactériologue japonais <i>Kiyoshi shiga</i> qui l'a découverte en 1897. <p>La <i>dysenterie ambiante</i> ou <i>ambiase</i>, causée par l'amibe <i>Entamoeba histolytica</i>, un parasite protozoaire microscopique.</p>	Contact et consommation des eaux souillées.

Annexe B

Tableau I : Liste des nuisances auxquelles sont exposés les égoutiers
[venjean, 1984].

Nuisances	Catégories	Description
Chimiques	Gaz	Gaz combustibles : Gaz naturel (CH ₄ , GPL, C ₃ H ₈ , C ₄ H ₁₀).
		Vapeurs de liquides combustibles et de solvants
		Gaz de fermentation
		Gaz de rejets industriels
	Liquides	Tous les toxiques utilisés par les ménages ou les industries
Physiques	Lumière	Pas d'éclairage, lampe individuelle.
	Température et humidité	Température constante de l'ordre de 15° C et humidité très élevée.
	Nuisances olfactives	Gaz de fermentation, autres gaz ; composés azotés et sulfurés,...
Nuisances infectieuses	Bactéries pathogènes	Entérobactéries : Escherichia Coli, Salmonelles.
		Micro coccacées : Staphylocoques, streptocoques.
		Germes anaérobies : Leptospires.
	Virus	Poliomyélite, hépatite A et B.
	Parasites	Tænia, trichomonas.
Autres nuisances biologiques	Insectes	Cafards, araignées, cloportes
	Rats	Responsables de morsures
		Porteurs et vecteurs de leptospires

Annexe B

Tableau II : Equipement minimum de protection personnelle [ONA, 2004].

Secteur	Equipement
Réseau, station de relevage et station d'épuration.	<ul style="list-style-type: none">• Casques• Lunettes protectrices• Vêtements de protection• Gants de protection• Chaussures de sécurité• Bottes de sécurité• Cuissardes• Masques à gaz• Vêtements de signalisation• Combinaison de protection• Protections auditives• Bouées de sauvetage

Annexe B

Tableau III : Equipements minimums appareils pour la sécurité du travail [ONA, 2004].

Secteur	Equipement
Réseau, station de relevage et station d'épuration.	<ul style="list-style-type: none">• Appareil de détection de gaz quadruples (O₂, CO₂, H₂S, CH₄)• Cordes de sécurité• Kit d'outils• Outils de maçonnerie• Cordes• Echelles• Projecteurs (anti-déflagration)• Rallonges (anti-déflagration)• Appareils de levage (trépied)• Générateur• Téléphone sans fil (anti-déflagration)• Tuyaux d'eau• Manettes pour des robinets fixes• Manettes pour ouvrir les tampons• Produits de nettoyage pour vêtements de protection• Produits de protection de la peau• Appareil respiratoire à air comprimé

Annexe C

SUIVI DE LA REALISATION DES ACTIONS DE DEVELOPPEMENT
FINANCEES AU TITRE DU BUDGET COMMUNAL
Assainissement année 2009 :

Intitulé de l'opération	N° Prog	Observation	Distance
Acquisition de 113 tampons en fonte	11/09	Achévé	---
Divers assainissements et drainage des eaux pluviales D.E.P			---
Réalisation réseau eaux usées DAR NACER, salle des fêtes BARBOUCHA		Réception provisoire 23/12/2009 Réception définitive 31/01/2010	300m
Réalisation d'un réseau de drainage des eaux pluviales au niveau de la route de BOUKHIAMA et CHOUHADA KABLI		Réception provisoire 25/02/2009 Réception définitive 14/03/2011	---
Assainissement village AIN SKHOUNE 1 ^{ère} tranche		Travaux en cours	---
Assainissement IMAHDIEUNE	12/2009	Reste évaluation des offres	---
Curage oued Ndfali			---
Curage oued Seghir du pont université vers l'Amont sur 250ML 2 ^e tranche		Opération achevée	---
Curage oued Seghir du pont université vers l'Aval sur 450ML 1 ^{ère} tranche	13/09		
Curage oued THAGHZOUT		Opération achevée	---
Curage oued BOUHAOUAL	13/09		
Curage oued DANOUS			
Curage oued TAKLEAT			
Assainissement RN24 vers Adrar Oufarnou	14/09	Réception définitive 01/06/11	250m
Assainissement IAZOUGUENE Coté droit	15/09	Réception provisoire 07/08/10	700m
Assainissement arrière port	16/09	Travaux en cours	800m
Assainissement des eaux usées zone IRYAHEN 1 ^{ère} tranche	118/09	Réception provisoire 10/02/11 Réception définitive 06/10/11	---
Déviation de rejet des eaux usées a ciel ouvert vers le collecteur de la localité IMAHDIEUNE	119/09	Réception provisoire 13/04/10 Réception définitive 10/05/11	150m
Curage oued ROUMANE		Réception provisoire 06/04/10	---
Curage oued Salomon	120/09	Réception provisoire 30/03/10	---
Continuité réseau assainissement des eaux usées TALA MERKHA	121/09	Réception provisoire 01/09/10 Réception définitive 11/10/11	500m
Continuité travaux de drainage des eaux pluviales cité RABEA	131/09	Travaux en cours	---

Tableau 1 : Réalisation en assainissement (APC 2009)

Annexe C

Assainissement année 2010 :

Intitulé de l'opération	N° Prog	Observation	Distance
Assainissement divers			---
Modernisation des quartiers site IMAHDIENNE Lot D.E.P réalisation de canal		Travaux à l'arrêt	---
Assainissement du village AIN SKHOUN 1 ^{ère} tranche		Travaux en cours	600m
Réalisation d'un réseau d'eaux usées TAGHZOUT	35/2010	Travaux en cours	600m
Assainissement réseau cité TOBBAL	36/2010	Achévé	200m
Assainissement ancien village sidi sidi ali lebhar zaouia	116/2010	Contrat au niveau du contrôleur financier	---
Assainissement village BOUICHE sur 150 ML	117/2010	Contrat au niveau du contrôleur financier	---
Drainage des eaux pluviales DEP de la voie allant vers la mosquée BOUKHIAMA	118/2010	Travaux en cours	---
Curage d'un fossé ancien village sidi ali lebhar ZAOUIA	119/2010	Contrat au niveau du contrôleur financier	---
Drainage des eaux pluvial DEP et assainissement de la voie menant à la mosquée BOUKHIAMA	120/2010	Réception provisoire 31/10/11	---
Assainissement terminus bus IHADDADEN OUFELLA vers TAKLEAT	121/2010	Contrat au niveau du contrôleur financier	300m
Aménagement oued SALOMON 1 ^{ère} tranche	122/2010	Travaux en cours	---
Continuité réseau des eaux usées IRIYAHEN	173/2010	Consultation restreinte	700m
Assainissement des eaux usées cité 300 logements IHADDADEN	175/2010	Contrat au niveau du contrôleur financier	---
Assainissement AYLES IGHIL EL BORDJ	176/2010	Travaux en cours	400m
Assainissement lotissement SIDI AHMED VI	177/2010	Travaux en cours	---
Aménagement et curage oued IGHIL OUAZOUG du Bvd KRIM BELKACEM vers clinique les LILAS en amont et en aval	178/2010	Travaux en cours	---
Réalisation réseau DEP cité 18 février	179/2010	Construction lancée	---
Réalisation d'un caniveau au village IBOUHATMEN	180/2010	Contrat au niveau du contrôleur financier	---
Assainissement TARGA OUZEMOUR	181/2010	Non lancé	---
Curage oued OUMIAL TARGA OUZEMOUR	182/2010	Contrat au niveau du contrôleur financier	---

Tableau 2 : Réalisation En Assainissement (APC 2010)

Annexe C

Assainissement année 2011 :

Intitulé de l'opération	N° Prog	Observation	Distance
Acquisition de grilles en fonte	66/2011	Non lancé	---
Assainissement du village SIDI ALI LEBHAR	67/2011	Appel d'offre lancé	---
Assainissement des eaux usées village NATOR «cité DJAMA»	68/2011	Non lancé	---
Assainissement réseau village DAR DJBEL	69/2011	Attribution provisoire	---
Assainissement réseau village BOUKHIAMA	70/2011	---	150m
Assainissement réseau village TIZI	71/2011	Cahier de charge en cours d'élaboration	---
Assainissement village IMAHDIENNE	72/2011	Reste évaluation des offres	---
assainissement réseau AMTIK NTAFAATH	73/2011	Non lancé	---
Assainissement divers réseau de la ville haute	74/2011	Non lancé	---
Assainissement divers réseau TARGA OZEMOUR	75/2011	Non lancé	---
Réalisation réseau d'assainissement IBOUHATMEN (Sidi Makhfi)	133/2011	----	200m
Réalisation d'un réseau d'assainissement longeant la route menant à Iheddaden Ouadda jusqu'à la hauteur de l'impasse	181/2011	Reste évaluation des offres	1400m
Réalisation d'un réseau d'assainissement à IAMRACH HAUR	182/2011	Non lancé	---
Aménagement de l'oued IGHIL OUAZOUG vers Bvd KRIM BELKACEM	183/2011	Non lancé	---
Réalisation réseau d'assainissement IGHIL EL BORDJ	184/2011	Non lancé	---
Raccordement du parc nettoyage au collecteur d'eaux usées NAHIA	185/2011	Attribution	120m

Tableau 3 : Réalisation en assainissement (APC 2011)

Annexe C

Le taux de renouvellement :

$$I_{11} = \frac{L_{c-r}}{L_r} \times 100$$

Avec

- L_{c-r} : est la longueur moyenne des canalisations renouvelées pendant une année.
- L_r : la longueur totale du réseau d'assainissement (hors branchement).

On doit dégager une tendance sur 5 ans, malheureusement, on ne dispose que des trois dernières années.

- **2009** : Pour cette année

$$I_{11} = \frac{2,7}{370} \times 100 = 0,7297\%$$

$$I_{11} \approx 0,73\%$$

- **2010** : Pour cette année

$$I_{11} = \frac{2,8}{370} \times 100 = 0,7567\%$$

$$I_{11} \approx 0,76\%$$

- **2011** : Pour cette année

$$I_{11} = \frac{1,85}{370} \times 100 = 0,5\%$$

$$I_{11} \approx 0,5\%$$

Années	2009	2010	2011
Distance (m)	2700	2800	1850
Taux (%)	0,73	0,76	0,50

Tableau 4 : Tendances de renouvellement du réseau d'assainissement de Bejaia (APC)

Méthode de la moyenne arithmétique

Du principe que tout les indicateurs se valent et selon l'arborescence des objectifs, on aura :

Indicateur	Poids des indicateurs	Poids des critères	Poids des sous objectifs	
Préserver la santé, l'hygiène et la sécurité des usagers et du personnel				
I ₁	1	0,5	0,5	
I ₂	1	0,5		
I ₃	0,5	0,5	0,5	
I ₄	0,5			
I ₅	0,33	0,5		
I ₆	0,33			
I ₇	0,33			
Avoir un cadre institutionnel compétent en matière des systèmes d'assainissement urbain				
I ₈	1	0,5		0,5
I ₉	1	0,5		
I ₁₀	0,25	0,33		
I ₁₁	0,25			
I ₁₂	0,25			
I ₁₃	0,25	0,33	0,5	
I ₁₄	0,25			
I ₁₅	0,25			
I ₁₆	0,25			
I ₁₇	0,25			
I ₁₈	0,5	0,33		
I ₁₉	0,5			

Tab. 4 Récapitulatif des poids suivant la méthode de la moyenne arithmétique

Annexe D

Vus du oued sghire



Fig. I : Situation d'oued sghire



Fig. II : situation d'oued sghire



Fig. III : situation d'oued sghire

Annexe E

Méthode AHP

Objectif 1 :

Il est composé de deux sous objectifs ;

- Sob1: préserver la santé, l'hygiène et la sécurité des usagers.
- Sob 2 : préserver la santé, l'hygiène et la sécurité du personnel.

Dans notre tableau de jugement, on aura :

Échelle numérique	Échelle verbale
1.0	Sob1, Sob 2
3.0	
5.0	
7.0	
9.0	
2.0, 4.0, 6.0, 8.0	

Tab.1 tableaux de jugement pour Sob1, Sob 2

Ce qui se traduit par

Sous objectif	Sob1	Sob 2
Sob 1	1	1
Sob 2	1	1

Sous objectif	W _i
Sob 1 =	0,5
Sob 2 =	0,5

Objectif 2 :

Il est composé de deux sous objectifs ;

- Sob3: Assurer une gestion par un service spécialisé avec un contrôle technique en assainissement.
- Sob 4 : Efficacité institutionnelle des systèmes d'assainissement urbain.

Les deux sous objectifs, sont pris d'égale importance

Échelle numérique	Échelle verbale
1.0	Sob3, Sob 4
3.0	
5.0	
7.0	
9.0	
2.0, 4.0, 6.0, 8.0	

Tab.2 tableaux de jugement pour Sob 3, Sob 4

Sous objectif	Sob3	Sob 4
Sob 3	1	1
Sob 4	1	1

Ce qui se

Sous objectif	W _i
Sob 3 =	0,5
Sob 4 =	0,5

traduis par

Pour la suite, nous allons directement écrire la forme matricielle.

Les Critères:

- $w_{c1} \gg w_{c2}$

$$w_{ci} = \begin{vmatrix} 1 & 5 \\ 1/5 & 1 \end{vmatrix}, w_{c1} = [(\frac{1}{1,33} + \frac{3}{4})/2] = 0,83, w_{c2} = 0,167$$

- $w_{c3} > w_{c4}$

$$w_{ci} = \begin{vmatrix} 1 & 3 \\ 1/3 & 1 \end{vmatrix}, w_{c3} = 0,75, w_{c4} = 0,25.$$

- $w_{c5} = w_{c6}$

$$w_{ci} = \begin{vmatrix} 1 & 1 \\ 1 & 1 \end{vmatrix}, w_{c5} = 0,5, w_{c6} = 0,5.$$

- $w_{c7} = w_{c8} \gg w_{c9}$

$$w_{ci} = \begin{vmatrix} 1 & 1 & 5 \\ 1 & 1 & 5 \\ 1/5 & 1/5 & 1 \end{vmatrix}, w_{c7} = \frac{(\frac{1}{2,2} + \frac{1}{2,2} + \frac{5}{11})}{3} = 0,45, w_{c8} = 0,45, w_{c9} = 0,1$$

Les Indicateurs :

- $w_1 = 1$ (le critère ne présente qu'un seul indicateur)
- $w_2 = 1$ (le critère ne présente qu'un seul indicateur)
- $w_3 > w_4$

$$w_i = \begin{vmatrix} 1 & 3 \\ 0,33 & 1 \end{vmatrix}$$
$$w_3 = [(\frac{1}{1,33} + \frac{3}{4})/2] = 0,75, w_4 = 0,25$$

- $w_6 > w_5 = w_7$

$$w_i = \begin{vmatrix} 1 & 1/3 & 1 \\ 3 & 1 & 3 \\ 1 & 1/3 & 1 \end{vmatrix}$$
$$w_5 = [(\frac{1}{5} + \frac{0,33}{1,66} + \frac{1}{5})/3] = 0,2, w_6 = 0,6, w_7 = 0,2$$

- $w_8 = 1$ (critère ne présente qu'un seul indicateur)
- $w_9 = 1$ (le critère ne présente qu'un seul indicateur)
- $w_{10} = 0,25$, développer dans l'exemple du chapitre 4

$$w_{11} = 0,1, w_{12} = 0,1, w_{13} = 0,55$$

- $w_{14} = w_{15} = w_{16} > w_{17}$

$$w_i = \begin{vmatrix} 1 & 1 & 1 & 3 \\ 1 & 1 & 1 & 3 \\ 1 & 1 & 1 & 3 \\ 1/3 & 1/3 & 1/3 & 1 \end{vmatrix}$$

$$w_{14} \left(\frac{1}{3,33} + \frac{1}{3,33} + \frac{1}{3,33} + \frac{3}{10} \right) = 0,3 \quad w_{15} = 0,3, \quad w_{16} = 0,3, \quad w_{17} = 0,1$$

$$w_{18} = w_{19}$$

$$w_i = \begin{vmatrix} 1 & 1 \\ 1 & 1 \end{vmatrix}, \quad w_{18} = 0,5, \quad w_{19} = 0,5$$

Méthode des Cartons :

Indicateur	Poids de l'indicateur	Poids des critères	Poids des sous objectifs
Préserver la santé, l'hygiène et la sécurité des usagers et du personnel			
I ₁	1	0,75	0,5
I ₂	1	0,25	
I ₃	0,5	0,67	0,5
I ₄	0,5		
I ₅	0,25	0,33	
I ₆	0,5		
I ₇	0,25		
Avoir un cadre institutionnel compétent en matière des systèmes d'assainissement urbain			
I ₈	1	0,5	0,5
I ₉	1	0,5	
I ₁₀	0,3	0,437	
I ₁₁	0,15		
I ₁₂	0,15		
I ₁₃	0,4	0,437	0,5
I ₁₄	0,3		
I ₁₅	0,3		
I ₁₆	0,3		
I ₁₇	0,1		
I ₁₈	0,5	0,125	
I ₁₉	0,5		

Tab. 3 Récapitulatif des poids suivant la méthode des cartons.

Annexe F

Indicateur	Valeur des indicateurs	Performance de l'indicateur	Poids de l'indicateur	Critère	Poids des critères	Sous objectifs	Poids des sous objectifs	objectif
Préserver la santé, l'hygiène et la sécurité des usagers et du personnel								
I ₁	0	0	1	0	0,83	0	0,5	0,365
I ₂	0	0	1	0	0,167			
I ₃	0	1	0,75	0,7	0,75	0,73	0,5	0,365
I ₄	40%	0,4	0,25					
I ₅	100%	1	0,2	0,82	0,25	0,73	0,5	0,365
I ₆	9,75%	0,7	0,6					
I ₇	100	1	0,2					
Avoir un cadre institutionnel compétent en matière des systèmes d'assainissement urbain								
I ₈	Oui	1	1	1	0,5	1	0,5	0,639
I ₉	Oui	1	1	1	0,5			
I ₁₀	60%	0,6	0,25	0,212	0,454	0,278	0,5	0,639
I ₁₁	[0,1]	0,25	0,096 ≈ 0,1					
I ₁₂	Acceptable	0,4	0,096 ≈ 0,1	0,212	0,454	0,278	0,5	0,639
I ₁₃	+1jour	0	0,55					
I ₁₄	Moyen	0,25	0,3					
I ₁₅	Moyen	0,25	0,3	0,4	0,454	0,278	0,5	0,639
I ₁₆	Bon	0,75	0,3					
I ₁₇	Null	0,25	0,1	0	0,009	0,278	0,5	0,639
I ₁₈	Pas inscrit	0	0,5					
I ₁₉	Pas obtenu	0	0,5	0	0,009	0,278	0,5	0,639

Tab. 1 Récapitulatif des résultats suivant la méthode AHP

Indicateur	Valeur des indicateurs	Performance de l'indicateur	Poids de l'indicateur	Critère	Poids des critères	Sous objectifs	Poids des sous objectifs	objectif
Préserver la santé, l'hygiène et la sécurité des usagers et du personnel								
I ₁	0	0	1	0	0,5	0	0,5	
I ₂	0	0	1	0	0,5			
I ₃	0	1	0,5	0,7	0,5	0,795	0,5	0,397
I ₄	40%	0,4	0,5					
I ₅	100%	1	0,33	0,891	0,5			
I ₆	9,75%	0,7	0,33					
I ₇	100	1	0,33					
Avoir un cadre institutionnel compétent en matière des systèmes d'assainissement urbain								
I ₈	Oui	1	1	1	0,5	1	0,5	
I ₉	Oui	1	1	1	0,5			
I ₁₀	60%	0,6	0,25	0,312	0,33			
I ₁₁	[0,1]	0,25	0,25					
I ₁₂	Acceptable	0,4	0,25					
I ₁₃	+ l'jour	0	0,25					
I ₁₄	Moyen	0,25	0,25					
I ₁₅	Moyen	0,25	0,25	0,375	0,33	0,22	0,5	0,61
I ₁₆	Bon	0,75	0,25					
I ₁₇	Null	0,25	0,25	0	0,33			
I ₁₈	Pas inscrit	0	0,5					
I ₁₉	Pas obtenu	0	0,5					

Tab. 2 Récapitulatif des résultats suivant la 3^{ème} méthode proposé.

Indicateur	Valeur des indicateurs	Performance de l'indicateur	Poids de l'indicateur	Critère	Poids des critères	Sous objectifs	Poids des sous objectifs	objectif
Préserver la santé, l'hygiène et la sécurité des usagers et du personnel								
I ₁	0	0	1	0	0,75	0	0,5	
I ₂	0	0	1	0	0,25			
I ₃	0	1	0,5	0,7	0,67	0,749	0,5	0,374
I ₄	40%	0,4	0,5					
I ₅	100%	1	0,25	0,85	0,33			
I ₆	9,75%	0,7	0,5					
I ₇	100	1	0,25					
Avoir un cadre institutionnel compétent en matière des systèmes d'assainissement urbain								
I ₈	Oui	1	1	1	0,5	1	0,5	
I ₉	Oui	1	1	1	0,5			
I ₁₀	60%	0,6	0,3	0,277	0,437	0,296	0,5	0,648
I ₁₁	[0.1]	0,25	0,15					
I ₁₂	Acceptable	0,4	0,15					
I ₁₃	+1jour	0	0,4	0,25	0,3	0,296	0,5	0,648
I ₁₄	Moyen	0,25	0,3					
I ₁₅	Moyen	0,25	0,3	0,4	0,437	0,296	0,5	0,648
I ₁₆	Bon	0,75	0,3					
I ₁₇	Nul	0,25	0,1					
I ₁₈	Pas inscrit	0	0,5	0	0,125			
I ₁₉	Pas obtenu	0	0,5					

Tab. 3 Récapitulatif des résultats suivant la méthode utilisant la méthode des cartons.

Abstract

The urban sewer networks management in Algeria has always been done to answer to objectives and urgent local needs without considering the system durability and their impacts on the environment at middle and long terms.

The aim of this study is to define and construct a set of performance indicators of urban sewer networks , with taking into account the Algerian specificities in the design and management on this network type.

This study falls within the framework of the new Algerian policy of sustainable development in this area. A doctoral thesis in co-supervising framework with the laboratory and environmental engineering at INSA of Lyon (LGCIE, ex URGC) is being prepared in the same axis.

The indicator defined and selected (based on available data) will be used in the assessment models to estimate the performance of sewerage system.

Résumé

La gestion des réseaux d'assainissement urbains en Algérie a été toujours faite pour répondre à des objectifs et des besoins localisés immédiats sans considérer la durabilité des systèmes et leur impact sur l'environnement à moyen et long terme.

Cette étude a pour objectif de définir et de construire un ensemble d'indicateurs de performance d'un réseau d'assainissement urbain. Avec le souci de prise en compte des spécificités algériennes dans la conception et la gestion de ce type de réseau.

Cette étude entre dans le cadre de la politique algérienne de développement durable dans ce domaine. Une thèse de doctorat en cotutelle d'encadrement avec le laboratoire de Génie Civil et d'ingénierie environnementale de l'INSA de Lyon (LGCIE, ex URGC) est en cours d'élaboration dans le même axe.

Les indicateurs définis et retenus (en fonction des données disponibles) seront utilisés dans des modèles d'évaluation permettant d'estimer la performance d'un système d'assainissement.

ملخص

تسيير الشبكات الصرف في المناطق الحضرية في الجزائر، تتم دائما بشكل أن تحقق فورا أهداف و إحتياجات محلية، دون إعتبار إستبامتها على البيئة أو على صحة المجتمع و الإقتصاد الوطني في المدى المتوسط و المدى البعيد.

تهدف هذه الدراسة الى تحدد و وضع مجموعة من المؤشرات الفعلية لشبكة الصرف الصحي في المناطق الحضرية مع مراعاة الخصوصيات الجزائرية في تصميم و تسيير هذا النوع من الشبكات.

هذه الدراسة تندرج في إطار السياسة الجزائرية الجديدة لتنمية المستدامة في هذا المجال. وثمة رسالة الدكتوراه في نفس الإطار تحت الإشراف المشترك مع مختبر الهندسة المدنية و الهندسة البيئة l'INSA de Lyon (LGCIE, ex URGC) التي تجري حاليا في نفس المحور