

**République Algérienne Démocratique et Populaire**  
**Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique**

Université Abderrahmane Mira de Bejaia  
Faculté de la Technologie

Département d'Hydraulique  
Laboratoire d'Hydraulique appliquée et d'Environnement

## **MEMOIRE DE MAGISTER**

Présenté par :

**Tarik ZEKIOUK**

Thème :

**Construction d'un outil d'évaluation de la durabilité d'un système  
d'assainissement urbain - Application à la ville de Jijel.**

### **Membre de Jury :**

**Président :** M. Mustapha MAZA

Maître de conférence (Université de Béjaia)

**Rapporteur :** M. Marzouk CHERRARED

Maître de conférence (Université de Béjaia)

**Examineur :** M. Khodir MADANI

Maître de conférence (Université de Béjaia)

**Examineur :** M. Mohamed KADRI

Maître de conférence (Université de Boumerdes)

2008- 2009

## ملخص

تعتبر الدراسة الحالية مساهمة في وضع منهجية لتقييم مدى استدامة أنظمة التطهير الحضري , عن طريق تعريف و بناء مؤشرات الأداء. إن هذه المنهجية مدمجة في برنامج كمبيوتر مكون من مقياسين, مقياس معلوماتي لمعالجة المعطيات و مقياس لتقييم الفعالية حسب الحالات المقترحة. لإعطاء أكثر مرونة للبرنامج المنجز, تم تطبيق هذا الأخير على نظام التطهير لمدينة جيجل , حسب الأهداف المتعلقة بالتنمية المستدامة و التي تم اختيارها في إطار هذه الدراسة.

## Résumé

La présente étude constitue une contribution à la mise en place d'une méthodologie d'évaluation de la durabilité des systèmes d'assainissement urbain, à travers des indicateurs de performances à construire et à définir. Cette méthodologie est intégrée dans un outil informatique composé d'un module informationnel, de traitement de données et un module d'évaluation des performances tenant compte des variantes proposées. Afin d'offrir une grande souplesse à l'outil développé, nous avons effectué une application sur le système d'assainissement de la ville de Jijel, selon les objectifs associés au développement durable et retenus dans le cadre de cette étude.

## Abstract

The present study is a contribution to the setting up of a methodology of evaluation of urban sewage systems' sustainability through indicators of performance to be constructed and defined. This methodology is integrated into a computer tool composed of an informational module, data processing, and a module of evaluation of performances; taking into consideration the proposed variants. In order to provide a great flexibility to the developed tool, we made an application on the sewage system of the city of Jijel according to the objectives related to sustainable development and kept in this study.

## Mots clés

Indicateurs de performance, développement durable, assainissement urbain, aide à la décision.

# DEDICACES

*A mes parents,  
à ma femme,  
à ma famille,*

*et surtout, à la mémoire de mon  
grand père.*

## REMERCIEMENTS

Au terme de ce travail, je remercie avant tout **Dieu** le tout puissant de m'avoir aidé pendant tout le cycle de mes études et de m'avoir donné la volonté et le courage pour mener à bien ce modeste travail.

Je tiens à remercier plus particulièrement mon encadreur Mr. **Marzouk CHERRARED** de sa disponibilité, sa patience, ses conseils très précieux et son soutien illimité durant toute la durée de cette étude, et avec qui j'ai appris tant de bonnes choses qui m'aideront à persévérer dans la recherche et sans aucun doute me seront d'une grande utilité dans ma vie professionnelle.

Je remercie également tous les membres du laboratoire de recherche « Hydraulique appliquée et environnement », et en particulier **Abbes BENZERRA**, **Samir HAMCHAOUI** et **Ferhat MERAH** de leur écoute toujours attentive.

Je remercie tous les enseignants du département hydraulique, et en particulier le chef du département Mr. **Mustapha MAZA**, Mr. **Abderrazak BRAKNI**, Mr. **Azzedine CHENNAFI** d'avoir tout fait pour accepter mon inscription en post-graduation.

Je remercie le directeur de l'ONA à Jijel, Mr. **Seddik BOUSSAKOUR** et le directeur de l'ADE, Mr. **Jamel TOUIL** de m'avoir accueilli dans leurs bureaux durant toute la période du projet. Mes sincères remerciements aussi à Monsieur le chef de Projet de la STEP de Jijel, **Moussa AMIROUCHE**, de m'avoir facilité l'accès aux données relatives à la STEP de Jijel. Un grand merci aussi au chef de bureau assainissement à la DHW, **Kamel Boulaouidat**. Mes remerciements vont aussi à Mr. **Mikael SARTER**, représentant du groupe SCE, de m'avoir confié une bonne partie des données de l'étude de diagnostic qui est en cours.

Je remercie tous les postes graduant qui ont partagé avec moi cette expérience dans le domaine de la recherche, et en particulier à **Kader MERABET**, à qui je souhaite une bonne continuation dans sa carrière professionnelle.

Enfin, je remercie tous les membres de jury, Mr. **Mohamed KADRI** et Mr. **Khodir MADANI** qui ont sacrifié leur temps pour examiner et juger mon travail, et d'avoir rapporté de bonnes choses à ce mémoire par leurs part de critiques et de remarques très appréciables.

**Tarik ZEKIOUK**

# Sommaire

---

---

<b>INTRODUCTION GENERALE.....</b>	<b>1</b>
<b>CHAPITRE I : PROBLEMATIQUE DE L'ASSAINISSEMENT EN ALGERIE</b>	<b>3</b>
1. Introduction.....	3
2. Le système d'assainissement.....	4
Définition.....	4
Les composants d'un système d'assainissement.....	4
L'assainissement un sous système de la ville.....	5
L'environnement du système d'assainissement.....	5
3. La problématique de l'assainissement urbain en Algérie.....	6
Les réalisations irrationnelles.....	6
3.1.1. Les raccordements.....	6
3.1.2. Les stations d'épuration.....	7
3.2. Une approche institutionnelle inadéquate.....	8
3.3. Système juridique et règlement inappropriés.....	8
3.4. Les problèmes liées à l'assainissement.....	9
3.4.1. Le problème des inondations.....	9
3.4.2. Le problème de la contamination humaine.....	9
3.4.3. Le problème de pollution de l'environnement.....	10
3.4.4. Le problème de désordre en surface et de l'insécurité humaine.....	11
3.4.5. Absence de l'autofinancement et de la contribution économique.....	11
4. Conclusion.....	12
<b>CHAPITRE II : LE DEVELOPPEMENT DURABLE EN MATIERE D'ASSAINISSEMENT.</b>	<b>13</b>
1. Introduction.....	13
2. Etude bibliographique – Etat actuel des connaissances.....	14
2.1. La notion de Développement Durable (DD).....	14
2.2. Historique.....	14
2.3. Les piliers du développement durable.....	15
2.4. Les méthodes d'évaluation de la durabilité des systèmes d'assainissement.....	16
2.4.1. Méthode d'Analyse du Cycle de Vie.....	16
2.4.2. Méthodes basées sur l'utilisation des indicateurs.....	17
2.5. Les approches performanciales.....	18
2.6. Méthodes de pondération des critères.....	20
3. Cas de l'Algérie – Problématique et faisabilité.....	21
3.1. Problématique.....	21
3.2. Les paramètres nécessaires pour une politique de DD.....	22
3.2.1. La connaissance du système.....	22
3.2.2. Les objectifs de durabilité des SA.....	23
3.3. Faisabilité du développement durable en Algérie.....	24
4. Conclusion.....	27

## **CHAPITRE III : METHODOLOGIE D’EVALUATION DE LA DURABILITE DES SYSTEMES D’ASSAINISSEMENT URBAIN.** 28

1. Introduction.....	28
2. Analyse des objectifs et des critères retenus.....	29
2.1. Objectif «Protéger l’environnement du SA ».....	33
2.1.1. Sous objectif « Préserver la qualité des eaux du milieu récepteur ».....	33
2.1.2. Sous objectif « préserver la qualité du milieu urbain ».....	34
2.2. Objectif « Assurer le bon fonctionnement du système d’assainissement ».....	38
2.2.1. Sous objectif « Assurer le bon fonctionnement de la STEP ».....	38
2.2.2. Sous objectif « Assurer le bon fonctionnement du réseau ».....	40
3. Construction des indicateurs de performance.....	42
3.1. Démarche de construction d’un indicateur.....	42
3.2. Les critères de sélection des indicateurs.....	43
3.3. Présentation synthétique des indicateurs de performance.....	44
3.4. Description des indicateurs de performance retenus.....	46
3.4.1. Sous objectif « QMR ».....	46
3.4.1.1. Définition des indicateurs de performance.....	46
3.4.1.2. Les méthodes d’évaluation des indicateurs.....	49
3.4.1.3. Calcul des performances des indicateurs.....	49
3.4.2. Sous objectif « QMU ».....	51
3.4.3. Sous objectif « FSTEP ».....	57
3.4.4. Sous objectif « FRES ».....	64
4. Proposition d’une méthodologie d’évaluation de la performance et de la durabilité des SA.....	73
4.1. Définition du SA à étudier.....	73
4.2. Les principes de la méthodologie proposée.....	73
4.3. Les éléments d’évaluation de la performance.....	74
4.4. Méthode de calcul de la performance.....	75
4.4.1. L’approche performenciale.....	75
4.4.2. Echelle de performance.....	76
4.4.3. Calcul de la performance.....	76
4.4.3.1. Mode d’agrégation des indicateurs.....	76
4.4.3.2. Le choix des coefficients de pondération.....	77
4.4.3.3. Analytic Hierarchic Process (AHP).....	77
4.5. Mode de représentation des résultats.....	81
5. Organigramme générale de la méthodologie de l’étude.....	82
6. Conclusion.....	84

## **CHAPITRE IV : DEVELOPPEMENT INFORMATIQUE ET PRESENTATION DE L’OUTI DURSAU.** 85

1. Introduction.....	85
1. Langage de programmation.....	86
2. Modélisation et structuration des données.....	86
3. Mise en ouvre informatique de la base de données.....	87
4. Présentation de l’outil informatique « DURSAU ».....	7
4.1. Menu général de l’outil.....	89
4.2. Création d’un nouveau projet.....	90
4.3. Visualisation d’un projet existant.....	91
4.4. Organigramme de calcul de la performance d’un projet.....	92
5. Conclusion.....	94

## CHAPITRE V : APPLICATION DE L'OUTIL DURSAU SUR LA VILLE DE JIJEL. 95

1. Introduction.....	96
2. Présentation du système d'assainissement de la ville de Jijel.....	97
2.1. Données générale.....	98
2.2. Caractéristiques du milieu récepteur.....	98
2.3. Caractéristiques du réseau vis-à-vis du milieu urbain.....	99
2.4. Caractéristiques de la STEP.....	99
2.5. Caractéristiques du réseau d'assainissement.....	101
2.5.1. Caractéristiques générales.....	101
2.5.2. Estimation des ratios de production de la pollution par le réseau.....	101
2.5.3. Caractéristiques portant sur le service rendu aux abonnés.....	102
3. Méthodologie d'exploitation des données et de calcul.....	103
3.1. Organigramme de principe pour le choix des variantes.....	103
3.2. Qualité des eaux du milieu récepteur.....	105
3.3. Qualité du réseau vis à vis au milieu urbain.....	106
3.4. Fonctionnement de la STEP.....	107
3.4.1. Exemple d'utilisation des variantes sur les données de la STEP.....	108
3.4.1.a. Utilisation de la moyenne arithmétique – Variante 1.....	108
3.4.1.b. Utilisation de la moyenne pondérée – Variante 2.....	108
3.5. Fonctionnement du réseau d'assainissement.....	111
4. Présentation des résultats et interprétations.....	112
4.1. Sous objectif « Qualité des eaux du milieu récepteur ».....	112
4.1.1. Interprétation des performances par critère.....	112
4.1.2. Interprétation globale des performances par rapport à tous les critères.....	112
4.1.3. Interprétation des critères à indicateurs en commun.....	113
4.1.4. Conclusion et recommandations.....	113
4.2. Sous objectif « Qualité des eaux du milieu urbain ».....	118
4.2.1. Etat des regards.....	118
4.2.2. Etat des avaloirs.....	118
4.2.3. Etat des tranchées.....	118
4.2.4. Conclusion et recommandations.....	118
4.3. Sous objectif « Fonctionnement de la STEP ».....	119
4.3.1. La charge polluante admise à la STEP.....	119
4.3.2. Les rendements épuratoires.....	120
4.3.3. Le respect de l'objectif de qualité.....	121
4.3.4. La charge déversée hors norme par la STEP.....	122
4.3.5. Production des boues.....	122
4.3.6. Conclusion et recommandation.....	123
4.4. Sous objectif « Fonctionnement du réseau ».....	124
4.4.1. Etat de collecte.....	124
4.4.2. Estimation du risque d'inondation.....	126
4.4.3. Etat des raccordements.....	126
4.4.4. Qualité relationnelle avec les usagers.....	126
4.4.5. Conclusion et recommandation.....	127
4.5. Performance globale du système d'assainissement.....	128
4.6. Evaluation des performances par la méthode proposée.....	130
4.6.1. Description de la méthode.....	130
4.6.2. Présentation des résultats.....	130
5. Conclusion.....	133

<b>CONCLUSION GENERALE.....</b>	<b>134</b>
<b>BIBLIOGRAPHIE.....</b>	<b>136</b>
<b>ANNEXE I : Grilles de performances des indicateurs.....</b>	<b>A-1</b>
<b>ANNEXE II : Normes d'appréciation des indicateurs.....</b>	<b>A-5</b>
<b>ANNEXE III : Les modèles de pollution.....</b>	<b>A-9</b>
<b>ANNEXE IV : Les méthodes d'analyse des paramètres de pollution.....</b>	<b>A-12</b>
<b>ANNEXE V : Les données d'entrée de l'outil DURSAU.....</b>	<b>A-15</b>
<b>ANNEXE VI : Calcul des coefficients de pondération.....</b>	<b>A-19</b>
<b>ANNEXE VII : Les ratios de production de la pollution.....</b>	<b>A-26</b>
<b>ANNEXE VIII : Les méthodes d'évaluation de la qualité des eaux pour différents usages.....</b>	<b>A-28</b>
<b>ANNEXE IX : Copies écran d'exécution de l'outil DURSAU.....</b>	<b>A-32</b>
<b>ANNEXE X : Présentation graphique des mesures à l'entrée et à la sortie de la STEP.....</b>	<b>A-35</b>
<b>ANNEXE XI : Photos prises sur le réseau d'assainissement.....</b>	<b>A-38</b>



## *Sigles et abréviations*

<b>ABH</b>	Agence des <b>B</b> assins <b>H</b> ydrographique.
<b>ACV</b>	Analyse du <b>C</b> ycle de <b>V</b> ie.
<b>ANRH</b>	Agence <b>N</b> ationale des <b>R</b> essources <b>H</b> ydriques.
<b>AHP</b>	Analytical <b>H</b> ierarchy <b>P</b> rocess
<b>CATE</b>	Commission de l' <b>A</b> ménagement du <b>T</b> erritoire et de l' <b>E</b> nvironnement
<b>CNRC</b>	Conseil <b>N</b> ationale de <b>R</b> echerche <b>C</b> anada.
<b>CNES</b>	Conseil <b>N</b> ationale <b>E</b> conomique et <b>S</b> ociale
<b>DD</b>	<b>D</b> éveloppement <b>D</b> urable.
<b>DURSAU</b>	<b>D</b> urabilité des <b>S</b> ystèmes d' <b>A</b> ssainissement <b>U</b> rbains.
<b>Eqh</b>	<b>E</b> quivalent <b>h</b> abitant.
<b>FAO</b>	<b>F</b> ooding <b>A</b> griculture <b>O</b> rganisation.
<b>FMC</b>	<b>F</b> édération des <b>M</b> unicipalités <b>C</b> anadiennes.
<b>FNCCR</b>	<b>F</b> édération <b>N</b> ationale des <b>C</b> ollectivités <b>C</b> oncédantes et des <b>R</b> égies ( <b>RF</b> ).
<b>FRES</b>	<b>F</b> onctionnement du <b>r</b> éseau
<b>FSTEP</b>	<b>F</b> onctionnement de la <b>STEP</b>
<b>IP</b>	<b>I</b> ndicateur de <b>P</b> erformance
<b>ISO</b>	<b>I</b> nternational <b>S</b> tandard <b>O</b> rganisation.
<b>IWA</b>	<b>I</b> nternational <b>W</b> ater <b>A</b> ssociation.
<b>JO</b>	<b>J</b> ournal <b>O</b> fficiel.
<b>OAD</b>	<b>O</b> util d' <b>A</b> ide à la <b>D</b> écision
<b>OCDE</b>	<b>O</b> rganisation de <b>C</b> oopération pour le <b>D</b> éveloppement <b>E</b> conomique.
<b>OMS</b>	<b>O</b> rganisation <b>M</b> ondiale de la <b>S</b> anté.
<b>ONA</b>	<b>O</b> ffice <b>N</b> ational de l' <b>A</b> ssainissement
<b>NF</b>	<b>N</b> orme <b>F</b> rançaise
<b>PNAE-DD</b>	<b>P</b> lan <b>N</b> ationale d' <b>A</b> ction en <b>E</b> nvironnement et le <b>D</b> éveloppement <b>D</b> urable.
<b>QMR</b>	<b>Q</b> ualité des eaux du <b>M</b> ilieu <b>R</b> écepteur
<b>QMU</b>	<b>Q</b> ualité du <b>M</b> ilieu <b>U</b> rbain
<b>RA</b>	<b>R</b> épublique <b>A</b> lgérienne
<b>RF</b>	<b>R</b> épublique <b>F</b> rançaise
<b>RM</b>	<b>R</b> oyaume du <b>M</b> aroc
<b>RNDE</b>	<b>R</b> éseau <b>N</b> ational des <b>D</b> onnées sur l' <b>E</b> au (France)
<b>SA</b>	<b>S</b> ystème d' <b>A</b> ssainissement.
<b>SEQ-Eau</b>	<b>S</b> ystème d' <b>E</b> valuation de la <b>Q</b> ualité de l' <b>E</b> au.
<b>SGBD</b>	<b>S</b> ystème de <b>G</b> estion des <b>B</b> ases de <b>D</b> onnées.
<b>SPDE</b>	<b>S</b> yndicat <b>P</b> rofessionnel des <b>D</b> istributeurs d' <b>E</b> au ( <b>RF</b> ).
<b>STEP</b>	<b>S</b> tation d' <b>E</b> puration.

# LISTE DES TABLEAUX

Tableau I-1 : Localisation des stations d'épuration dans les principaux bassins telliens.....	7
Tableau I-2 : Impact de la pollution des rejets urbains sur les ports algériens.....	10
Tableau II-1 : Méthodes de pondération utilisables pour la pondération des critères.....	20
Tableau II-2 : Propositions d'objectifs et d'action associés pour un DD des SA Algériens.....	27
Tableau III-1 : Les sous objectifs traités au cours de ce mémoire.....	32
Tableau III-2 : Critères pour évaluer l'objectif « ENVR ».....	33
Tableau III-3 : Critère liés à l'objectif « FONCT ».....	38
Tableau III-4 : Résumé des indicateurs de performance pour l'objectif « ENVR ».....	44
Tableau III-5 : Résumé des indicateurs de performance pour l'objectif « FONCT ».....	45
Tableau III-6 : Indicateurs pour évaluer la qualité globale.....	46
Tableau III-7 : Indicateurs pour évaluer la qualité des eaux destinées à la consommation humaine.....	46
Tableau III-8 : Indicateurs de performance pour évaluer la qualité des eaux pour l'irrigation.....	47
Tableau III-9 : Indicateurs pour l'évaluation de la qualité piscicole.....	47
Tableau III-10 : Indicateurs pour l'évaluation de l'état d'eutrophisation du milieu récepteur.....	48
Tableau III-11 : Paramètres microbiologiques pour caractériser les eaux de baignade.....	48
Tableau III-12 : Indicateurs pour caractériser les eaux de baignade.....	48
Tableau III-13 : Mode et méthodes d'évaluation des indicateurs physico-chimiques.....	49
Tableau III-14 : Les classes de qualité.....	49
Tableau III-15 : Classes de performance pour l'indicateur « Taux de regards absents ».....	51
Tableau III-16 : Classes de performance pour l'indicateur « Taux de regards mal façonnés ».....	52
Tableau III-17 : Classes de performance pour l'indicateur « Taux d'avaloirs absents ».....	53
Tableau III-18 : Classes de performance pour l'indicateur « Taux d'avaloirs mal façonnés ».....	54
Tableau III-19 : Classes de performance pour l'indicateur « Taux de tranchées non revêtues ».....	55
Tableau III-20 : Classes de performance pour l'indicateur « taux de tranchées mal revêtues ».....	56
Tableau III-21 : Ratios de production définis par la notion d'équivalent habitant.....	59
Tableau III-22 : Normes algérienne de rejet des installations industrielles.....	60
Tableau III-23 : Classe de performance pour qualifier le rendement en matière organique.....	60
Tableau III-24 : Classe de performance pour qualifier le rendement en nitrates et phosphore.....	60
Tableau III-25 : Valeurs limites des paramètres de rejet des installations de déversement.....	62
Tableau III-26 : Valeurs maximales admissibles pour respecter l'objectif de qualité.....	62
Tableau III-27 : Indicateurs de performance pour évaluer la qualité des boues pour l'usage agricole.....	63
Tableau III-28 : Concentrations limites pour les boues destinées à l'usage agricole.....	64
Tableau III-29 : Classes de qualité des boues pour l'usage agricole.....	64
Tableau III-30 : Classes de performance pour l'indicateur « Taux de collecte ».....	65
Tableau III-31 : Classes de performance pour l'indicateur « Taux de fuite ».....	66
Tableau III-32 : Echelle d'importance entre indicateurs.....	80
Tableau III-33 : Valeurs du coefficient RI.....	82
Tableau V-1 : Caractéristiques du réseau d'assainissement vis-à-vis au milieu urbain.....	99
Tableau V-2 : Les paramètres de dimensionnement de la STEP.....	100
Tableau V-3 : Charges massiques déversée hors normes.....	100
Tableau V-4 : Caractéristiques générales du réseau d'assainissement.....	101
Tableau V-5 : Ratios de production de la pollution.....	102
Tableau V-6 : Caractéristiques du service rendu aux usagers.....	102
Tableau V-7 : Les rendement épuratoires de la STEP de Jijel.....	120
Tableau V-8 : Charges massiques rejetées par la STEP et charge admissibles.....	121
Tableau V-9 : Charge déversée hors normes par la STEP.....	122
Tableau V-10 : Résultats sur la boue produite.....	122
Tableau V-11 : Résultats de calcul du taux de collecte.....	125
Tableau V-12 : Résultats de calcul du taux de collecte et du taux de fuites.....	125
Tableau V-13 : Résultats de calcul du risque d'inondation.....	126
Tableau V-14 : Résultats de calcul de l'état des raccordements.....	126
Tableau V-15 : Résultats du calcul des indicateurs pour la qualité relationnelle avec les usagers.....	126

## ***LISTE DES FIGURES***

---

Fig. I-1 : Les composants d'un système d'assainissement.....	4
Fig. I-2 : L'assainissement un sous-système de la ville.....	5
Fig. I-3 : Interaction entre le système d'assainissement et son environnement.....	6
Fig. I-4 : Taux de raccordement au réseaux d'assainissement algériens par wilaya.....	7
Fig. I-5 : Ensablement du réseau dans la zone de MKasseb (Jijel).....	9
Fig. I-6 : Encombrement du réseau de Jijel.....	9
Fig. I-7 : Evolution de la situation épidémiologique en Algérie.....	10
Fig. I-8 : Pollution des barrages par les rejets de réseaux d'assainissement urbains.....	11
Fig. I-9 : Tampon cassé dans la zone du camp chevalier (Jijel).....	11
Fig. I-10 : Obstruction d'un avaloir dans la zone de construction suite à l'absence de grille (Jijel).....	11
Fig. II-1 : Schéma du développement durable.....	15
Fig. II-2 : Distinction entre le développement urbain classique et le développement durable.....	16
Fig. II-3 : Interaction d'une technologie avec l'environnement.....	18
Fig. II-4 : Conditions nécessaires pour l'application de la politique du DD.....	21
Fig. II-5 : Pyramide de l'information.....	22
Fig. II-6 : Eléments et paramètres d'influence de la durabilité des SA.....	23
Fig. III-1 : Schéma récapitulatif des objectifs et critères retenus.....	30
Fig. III-2 : Démarche adoptée pour la construction des indicateurs de performance.....	42
Fig. III-3 : Fonction de performance pour l'indicateur DBO <sub>5</sub> .....	50
Fig. III-4 : Fonction de Performance de l'indicateur « Taux de regards absents ».....	51
Fig. III-5 : Fonction de performance pour l'indicateur « Taux de regards mal façonnés ».....	52
Fig. III-6 : Performance de l'indicateur « Taux d'avaloirs absents ».....	53
Fig. III-7 : Performance de l'indicateur « Taux d'avaloirs mal façonnés ».....	54
Fig. III-8 : Fonction de performance pour l'indicateur « Taux de tranchées non revêtues».....	55
Fig. III-9 : Fonction de performance pour l'indicateur « Taux de tranchées mal revêtues ».....	56
Fig. III-10 : Fonction de performance pour l'indicateur « Taux de collecte ».....	65
Fig. III-11 : Les éléments de l'évaluation de la performance globale.....	75
Fig. III-12 : Principe de la méthode d'évaluation des performances.....	76
Fig. III-13 : Structure hiérarchique du problème.....	79
Fig. III-14 : Représentation graphique sous forme d'histogramme.....	83
Fig. III-15 : Organigramme de la méthodologie générale de l'étude.....	84
Fig. IV-1 : Organigramme général de calcul de la durabilité par l'outil DURSAU.....	89
Fig. IV-2 : Menu générale de l'outil DURSAU.....	90
Fig. IV-3 : Organigramme de création d'un nouveau projet.....	91
Fig. IV-4 : Organigramme de visualisation d'un projet existant.....	92
Fig. IV-5 : Organigramme de calcul de la performance d'un projet.....	93
Fig. IV-6 : Organigramme de visualisation des résultats.....	94
Fig. V-1 : Plan de situation des bassins versants.....	97
Fig. V-2 : Schéma des emplacements des points de mesures sur l'oued Mautas.....	98
Fig. V-3 : Qualité physicochimique de l'Oued Mautas (en amont et aval de la STEP).....	98
Fig. V-4 : Qualité de l'Oued Mautas en métaux lourds (en aval des rejets de la STEP).....	98
Fig. V-5 : Qualité bactériologique de l'Oued Mautas (en aval des rejets de la STEP).....	99
Fig. V-6 : Caractéristiques physicochimiques des boues après séchage.....	100
Fig. V-7 : Méthodologie générale pour le choix des variantes.....	103
Fig. V-8 : Schéma récapitulatif des variantes proposées.....	104

Fig. V-9 : Les variantes proposées pour le sous objectif «Qualité des eaux du milieu récepteur».....	105
Fig. V-10 : Variante proposée pour le sous objectif « Qualité du milieu urbain ».....	106
Fig. V-11 : Variantes proposées pour le sous objectif « Fonctionnement de la STEP ».....	107
Fig. V-12 : Concentrations à l'entrée de la STEP.....	109
Fig. V-13 : Concentrations à la sortie de la STEP.....	109
Fig. V-14 : Charge massiques à l'entrée de la STEP.....	110
Fig. V-15 : Les débits entrant et sortant de la STEP.....	110
Fig. V-16 : Exemple de détermination des concentrations à partir des de la moyenne pondérée.....	110
Fig. V-17 : Variantes proposées pour le sous objectif « Fonctionnement du réseau ».....	111
Fig. V-18. Valeurs des indicateurs de performance pour le critère C <sub>1</sub> « Qualité globale ».....	114
Fig. V-19 : Valeurs des indicateurs de performance pour le critère C <sub>2</sub> « Qualité des eaux pour la production. d'eau potable ».	114
Fig. V-20 : Valeurs des indicateurs de performance pour le critère C <sub>3</sub> « Qualité des eaux pour l'irrigation »..	114
Fig. V-21 : Valeurs des indicateurs de performance pour le critère C <sub>4</sub> « Qualité piscicole des eaux ».....	115
Fig. V-22 : Valeurs brutes des indicateurs de performance pour le critère C <sub>4</sub> . (Suite).....	115
Fig. V-23 : Valeurs des indicateurs de performance pour le critère C <sub>5</sub> . « Etat d'eutrophisation ».....	115
Fig. V-24 : Valeurs des indicateurs de performance pour le critère C <sub>6</sub> « Qualité des eaux pour la baignade ».	116
Fig. V-25 : Résultats des performances des indicateurs par critère.....	116
Fig. V-26 : Répartition des classes de qualité par critère.....	117
Fig. V-27 : Performance des critères du sous objectif « Qualité des eaux du milieu récepteur ».....	117
Fig. V-28 : Performance du sous objectif « Qualité des eaux du milieu récepteur ».....	117
Fig. V-29 : Valeurs des indicateurs de performance caractérisant le milieu urbain.....	119
Fig. V-30 : La charge polluante admise à la STEP- Variante 1 (moyenne arithmétique).....	119
Fig. V-31 : La charge polluante admise à la STEP- Variante 2 (moyenne pondérée).....	120
Fig. V-32 : Les rendements épuratoires - variante 1 (moyenne arithmétique).....	121
Fig. V-33 : Les rendements épuratoires - variante 2 (moyenne pondérée).....	121
Fig. V-34 : La qualité des boues produite par la STEP pour l'usage agricole.....	123
Fig. V-35 : Rapport de performance pour le sous objectif « Fonctionnement de la STEP ».....	123
Fig. V-36 : Schéma de calcul des rejets directs pour la ville de Jijel.....	124
Fig. V-37 : Rapport de performances des critères du sous objectif « Fonctionnement du réseau ».....	127
Fig. V-38 : Performance globale du système d'assainissement, par sous objectifs.....	128
Fig. V-39 : Récapitulatif des performances.....	129
Fig. V-40 : Performance globale du système d'assainissement (méthode de pondération proposée).....	131
Fig. V-41 : Représentation des performances des critères pour chaque sous objectif.....	132

# *Introduction générale*

---

**L**a gestion des systèmes d'assainissement urbain en Algérie a toujours suivi des politiques d'urbanisation adoptées par des plans d'urgence, souvent pour répondre à des objectifs et des besoins localisés immédiatement sans considérer la durabilité des systèmes et leurs impacts sur l'environnement, l'économie et la société. L'inefficacité de cette politique classique de gestion est traduite actuellement par la mauvaise situation des systèmes d'assainissement algériens. Pour remédier à ça, le gouvernement a décidé d'adopter une nouvelle politique appelée "politique du développement durable". Cette politique est concrétisée par l'adoption par l'état de la nouvelle stratégie d'environnement à travers le PNAE-DD (Plan National d'Actions pour l'Environnement et le Développement Durable) et la nouvelle politique de l'eau (lois de juillet 2003 et d'août 2005).

L'application de la politique du développement durable nécessite des institutions compétentes à tous les niveaux de décision, des moyens financiers, des outils fiables tels que les outils d'aide à la décision, des technologies et des méthodes d'évaluation adaptées aux objectifs associés au développement durable.

Ce travail porte essentiellement sur une contribution à l'évaluation de la performance d'un système d'assainissement selon les objectifs associés au développement durable. Dans le cas de l'Algérie et à partir des travaux effectués dans ce domaine au sein du laboratoire d'Hydraulique Appliquée et d'Environnement (Cherrared et al., 2007), nous avons pu spécifier sept *Objectifs de Développement Durable*. Ces objectifs sont détaillés dans le deuxième chapitre de ce mémoire. La durabilité des systèmes d'assainissement est appréciée à partir de l'évaluation de la performance des critères et des indicateurs associés.

Pour cela, nous devons proposer un schéma de travail qui va contribuer, dans la suite de ce projet, à la mise au point d'une méthodologie d'évaluation de la durabilité des systèmes d'assainissement. Cette méthodologie sera intégrée dans un outil d'aide à la décision pour répondre à la demande des gestionnaires dont la politique devrait s'orienter vers la conception de systèmes d'assainissement durables.

Le premier chapitre est consacré à la présentation de la problématique de l'assainissement urbain dans le cas de l'Algérie. La description de la situation actuelle des réseaux d'assainissement algériens permettra, dans un premier temps, de mettre en évidence les aspects prioritaires à intégrer en urgence dans la nouvelle politique du développement durable.

Dans le deuxième chapitre, nous présentons la notion du DD d'une manière générale. Nous abordons en grande partie les travaux déjà effectués sur les approches et les méthodes d'évaluation de la durabilité des systèmes d'assainissement, et nous mettons l'accent, en particulier, sur la notion d'indicateur de performance, qui sera adoptée pour proposer une méthodologie d'évaluation de la performance de ces systèmes. Ensuite un ensemble de perspectives des différentes actions nécessaires à mener et les objectifs attendus à travers ces actions, sont dégagées pour œuvrer dans le sens du DD.

Le troisième chapitre est 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 dans le cadre de ce mémoire : protéger l'environnement du système d'assainissement et assurer son bon fonctionnement. Nous présentons les indicateurs de performance construits à partir des critères retenus, les méthodes de calcul et les moyens de détermination des performances de ces indicateurs (fonctions, base de données,...). Dans le but de fournir une note de performance globale des composants du système qui permettra de juger la durabilité, nous avons proposé une méthode basée sur le schéma ascendant pour l'agrégation des performances des indicateurs et des critères. L'agrégation est effectuée via la méthode des sommes pondérées, dont laquelle les coefficients de pondération sont déterminé par la méthode AHP. Cette dernière est confrontée à une autre méthode de calcul des coefficients de pondération adoptée dans le cadre de ce mémoire.

Le quatrième chapitre, est consacré à la transcription informatique de la méthodologie d'évaluation globale de la durabilité et la mise en œuvre de l'outil d'aide à la décision « *DURSAU v.1.0* ». Cet outil permet de manipuler les différentes informations et données nécessaires (création de la base de données, mise à jours,...), d'évaluer les performances d'un système d'assainissement en fonction des objectifs et/ou critères choisis. Les résultats de performance (globale, ou par critère, ou par indicateur) sont présentés sous formes des histogrammes.

Le cinquième chapitre est une confrontation des critères et des indicateurs construits au bilan d'exploitation du système d'assainissement de la ville de Jijel. L'étude de cas réel permet aussi d'identifier les paramètres ou les indicateurs les plus importants et sur lesquels repose l'évaluation de la performance des critères pour chaque objectif du développement durable.

# CHAPITRE I

---

## *Problématique de l'assainissement en Algérie*

*L'objectif de ce chapitre est de présenter l'état actuel des connaissances en matière des systèmes d'assainissement urbains en Algérie. L'analyse rapporte un constat sur la politique du développement urbain classique adoptée par les pouvoirs publics depuis l'indépendance.*

### **I.1. Introduction.**

Actuellement, l'assainissement urbain fait face à deux principaux défis : la gestion intégrée de l'eau urbaine et les enjeux liés à la notion du développement durable. Cette notion doit assurer les principaux volets suivants : une bonne qualité de vie des citoyens, une gestion économique très rationnelle, une préservation de la qualité de l'environnement et la consolidation de la présence des institutions de gestion des systèmes d'assainissement. Ce chapitre est consacré à la présentation de quelques concepts et définitions liés aux systèmes d'assainissement, avec une description de la situation actuelle de l'assainissement en Algérie dans le cadre de la politique classique, liée à la carence des programmes du passé. Cette politique a conduit à l'apparition de nombreuses lacunes et défaillances dans le fonctionnement de ces systèmes : pollution des milieux naturels par les eaux usées, inondations par temps de pluie, défaillances fréquentes dans les stations d'épuration existantes, dépôts fréquents dans les réseaux d'assainissement, dégradation de la voirie urbaine en raison des interventions aléatoires et fréquentes sur les réseaux souterrains, etc. Ce chapitre met en évidence le constat alarmant de la situation actuelle malgré les efforts importants (financiers notamment) de l'état algérien dans ce domaine.

## I.2. Le système d'assainissement.

### I.2.1. Définition.

Un système d'assainissement est un ensemble d'ouvrages et de composants destinés à collecter, transporter, traiter et gérer les eaux usées et les eaux pluviales. On distingue classiquement les ouvrages de collecte et de transport (réseau d'assainissement) et les ouvrages d'épuration plus les composants organisationnels qui assurent la gestion (Chocat, 1997).

### I.2.2. Les composants d'un système d'assainissement.

L'assainissement ne résulte pas uniquement de l'arrangement linéaire des infrastructures, mais, d'une articulation des infrastructures d'une part et des composants organisationnels d'autre part. Cette articulation est illustrée par la figure I-1 :

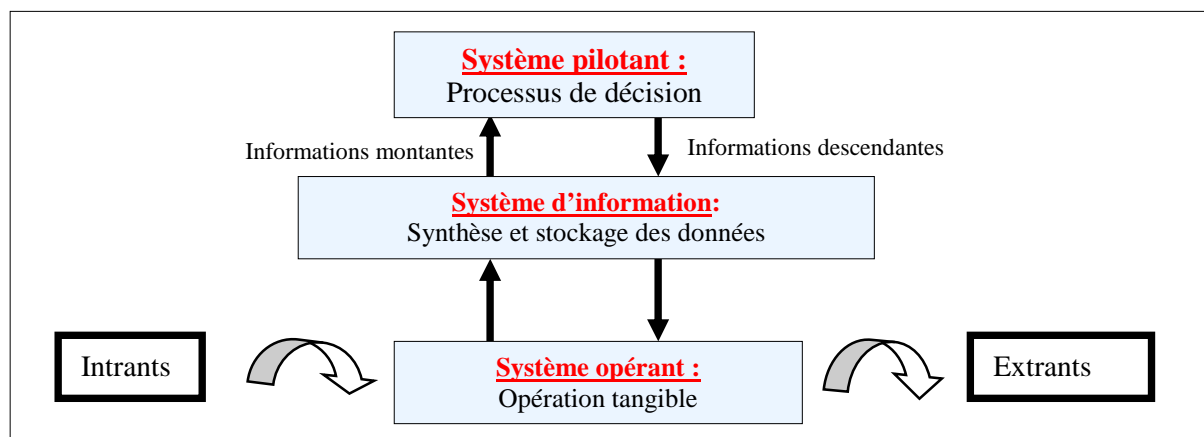


Fig. I-1 : Les composants d'un système d'assainissement (Bonierbale, 2004).

#### I.2.2.1. Le système opérant.

Le système opérant symbolise le domaine des opérations tangibles. Il est composé par l'ensemble des ouvrages qui assurent les finalités du système d'assainissement (réseaux, stations d'épuration, infrastructures de stockage, ...). Les personnes qui construisent, exploitent et entretiennent les ouvrages font partie intégrante du système opérant.

#### I.2.2.2. Le système pilotant (système de décision).

Le système pilotant imagine, conçoit et coordonne les décisions. L'ensemble des personnes prenant part à l'élaboration des projets forment ce niveau (maître d'œuvre, maître d'ouvrage, gestionnaire). En Algérie, la DHW est le maître d'ouvrage de la majorité des réalisations hydrauliques, l'ONA est le responsable (qui s'est substitué aux communes) de la gestion et l'exploitation des systèmes d'assainissement.

#### I.2.2.3. Le système d'information.

Le système d'information est à l'interface du système de décision et du système opérant. Il renseigne les décideurs sur l'état des produits qui constituent le système opérant. C'est l'ensemble des outils de recueil, de traitement et de transmission de l'information relative au système opérant.



#### I.2.2.4. Flux d'information entre les trois sous-systèmes.

Un premier flux est constitué d'informations « montantes », qui permettent au système pilotant de connaître la réalité du système opérant. Un second flux est constitué d'informations « descendantes » qui ont la forme d'instructions et de consignes d'action à destination des sous-systèmes opérant ou informant. Elles visent à concevoir, contrôler et maintenir le système en fonction d'un « réel voulu ».

#### I.2.3. L'assainissement un sous système de la ville.

Les villes systèmes avec leurs sous-systèmes sont nées de la densification de la population, de l'extension horizontale et verticale des constructions, de l'organisation des moyens de communication et de la création de règlements et de codes permettant de contrôler les grandes fonctions urbaines (santé, énergie, transport, eau potable, assainissement,...). Les constituants de la ville interagissent entre eux de manière complexe, à l'image des organes vitaux d'un organisme vivant (cerveau, cœur, foie, rein, pancréas,...). L'assainissement représente un des constituants essentiels de la ville qui assure avec les autres sous-systèmes, le bon fonctionnement de cette dernière.

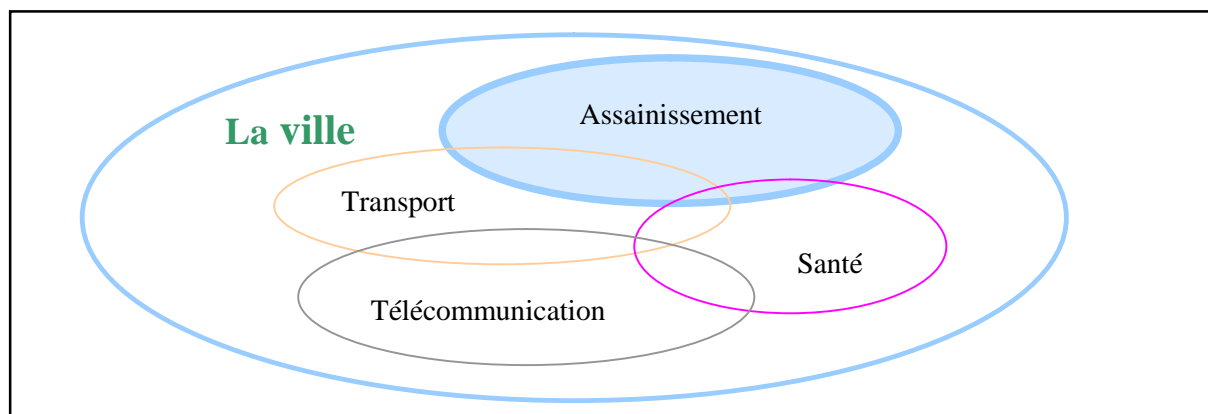


Fig. I-2 : L'assainissement un sous-système de la ville. (Bonierbale, 2004)

#### I.2.4. L'environnement du système d'assainissement.

La notion d'environnement du système d'assainissement exprime la présence d'objets qui entretiennent avec ce dernier des relations ayant une certaine fréquence et une certaine stabilité. L'environnement sera le milieu dans lequel le système d'assainissement fonctionne et avec lequel il aura des échanges.

Ce milieu inclut : l'air, l'eau, les sols, les ressources naturelles, la flore, la faune et les êtres humains. 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. Généralement, pour assurer ses fonctions, le système d'assainissement utilise les ressources de l'environnement et en retour agit sur ce même environnement.

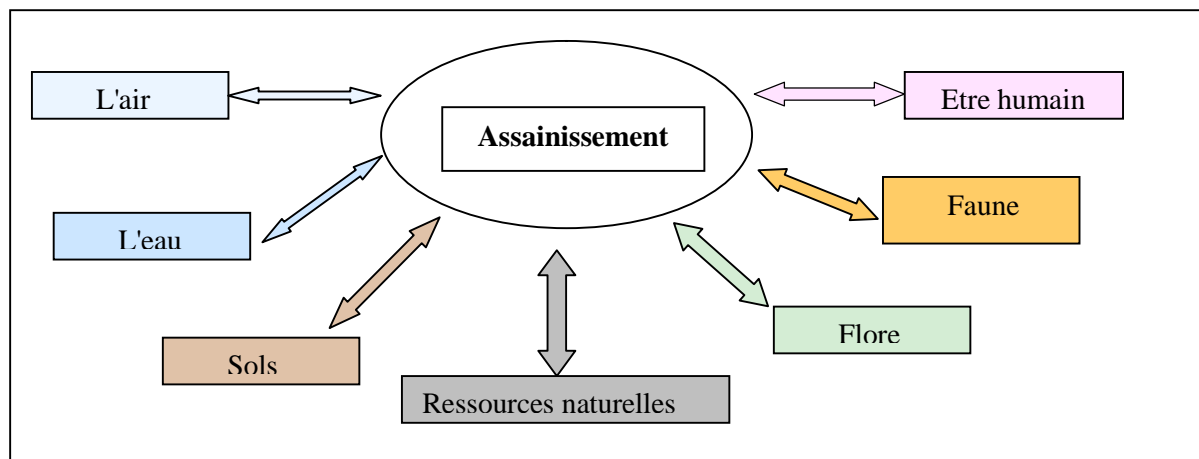


Fig. I-3 : Interaction entre le système d'assainissement et son environnement.

### I.3. La problématique de l'assainissement urbain en Algérie.

Le caractère urgent des aménagements urbains provoqués par la croissance démographique rapide (triplément de la population depuis 1962) a poussé les différents acteurs intervenant dans ce processus de développement à agir vite et indépendamment les uns des autres, sans coordination efficace ayant le souci de préserver la qualité des infrastructures urbaines et celles des ressources et de l'environnement naturels. Ajoutons à cela, l'absence d'une stratégie efficace de développement dans ce secteur (réglementation insuffisante, absence de normes techniques nationales et de documents techniques réglementaires, dilution des responsabilités dans de nombreuses institutions). De ce fait, l'assainissement a été pendant très longtemps considéré comme un problème secondaire et ceci s'est concrétisé par une mauvaise gestion du réseau et des équipements, surtout ceux des stations d'épuration. Alors, l'assainissement reste un assainissement hygiéniste, puisqu'il est très rarement considéré sous sa dimension environnementale, sociale et économique (Cherrared, 2008).

#### I.3.1. Les réalisations irrationnelles.

Pour rattraper le retard dans le domaine de construction de logements, les projets en Algérie sont réalisés dans la précipitation sans réflexions profondes tenant compte des différents aspects du problème. En matière d'assainissement, les pouvoirs publics ne pensaient qu'à raccorder la population aux réseaux. On négligeait les aspects tels que l'épuration des eaux usées, les règles et les normes de conception, la pollution des milieux récepteurs, la saturation des réseaux existants, la gestion et l'entretien des réseaux en service et la prise en charge efficace de l'information.

##### I.3.1.1. Raccordement.

###### I.3.1.1.a. Réalisation.

Aujourd'hui, le linéaire de réseaux construits au niveau national a atteint 33 000 Km à la fin 2005 (DAPE, 2006) avec un taux de raccordement national moyen, hors population éparse, de près de 85% (figure I-4) avec une population urbaine totale raccordée au réseau d'assainissement estimée à près 23.000.000 habitants, et près de 4% de population totale ont un assainissement autonome (CATE, 2004).

### I.3.1.1.b. Réalité.

Malgré ce taux de raccordement élevé qui peut être un bon signe dans le domaine d'assainissement, on constate parallèlement que la majorité des réseaux d'assainissement souffrent de saturations surtout avec la croissance de la population, suivie par une croissance des immeubles raccordés. Un autre problème est posé dans la maintenance des réseaux d'assainissement où, peu de programmes de maintenance sont recensés dans ce domaine. (Cherrared, 2008).

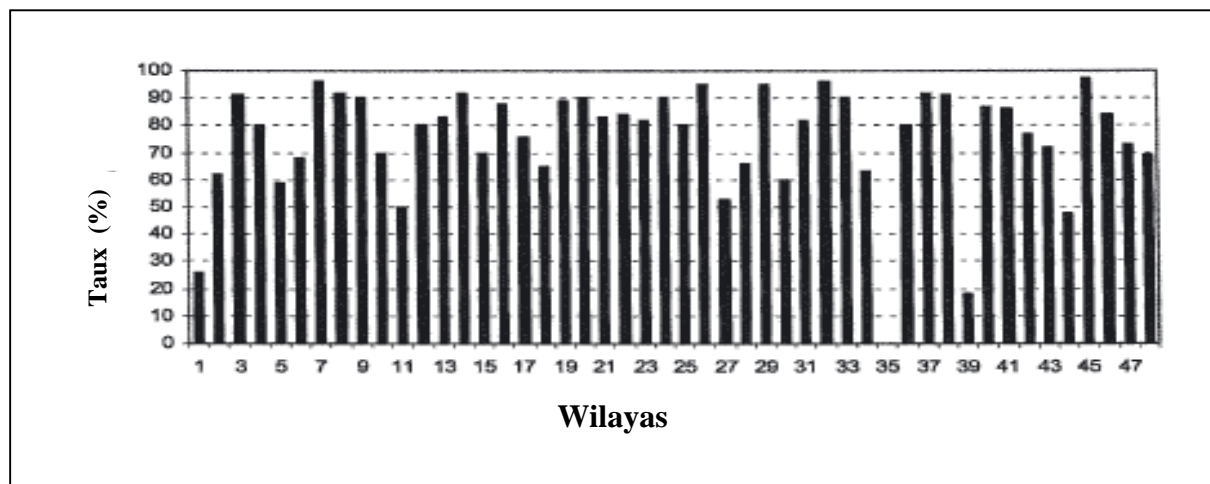


Fig. I-4 : Taux de raccordement au réseaux d'assainissement algériens par wilaya (CNES, 2005).

### I.3.1.2. Stations d'épurations.

#### I.3.1.2.a. Réalisations.

Dans le domaine de l'épuration des eaux, on dénombreait, en 2004, une cinquantaine de stations d'épuration au niveau national dont 22 en exploitation (fonctionnant très en dessous de leur capacité) 03 en travaux, 08 en cours de réhabilitation et 21 sujettes à réhabilitation ; dont 32 stations à l'arrêt. Leur capacité varie de 1000 à 750 000 eqh (CATE, 2004).

Bassins	Stations d'épuration (équivalent habitant)					
	Existantes		En réalisation		Total	
	Nombre	Capacité	Nombre	Capacité	Nombre	Capacité
Tfana	-	-	2	300 000	2	300 000
Macta	6	361 000	2	130 000	8	491 000
Chélif	1	60 000	-	-	1	60 000
Mazafran	1	300 000	-	-	1	300 000
Isser	1	45 000	-	-	1	45 000
Sébaou	5	94 000	1	60 000	6	154 000
Soummam	2	346 000	1	150 000	3	496 000
Kébir Rhumel	1	45 000	1	400 000	2	445 000
Seybouse	-	-	-	-	-	-
Medjerdah Mellègue	-	-	1	150 000	1	150 000
<b>Total</b>	<b>17</b>	<b>1251000</b>	<b>8</b>	<b>1190000</b>	<b>25</b>	<b>2441000</b>

Tableau I-1 : Localisation des stations d'épuration dans les principaux bassins telliens (CATE, 2004).

### **I.3.1.2.b. Réalité.**

Selon les services d'assainissement du ministère des ressources en eau, le volume global des eaux usées rejetées annuellement est évalué à environ 600 millions de m<sup>3</sup>, dont 550 millions de m<sup>3</sup> pour les seules agglomérations du nord. Ce chiffre passerait au voisinage de 1150 millions de m<sup>3</sup> à l'horizon 2020 (CNES, 2005). Les stations d'épurations réalisées, à ce jour, sont insuffisantes. L'aspect le plus grave est que la majorité des STEP ne sont pratiquement d'aucun effet sur la qualité des eaux car elles ne sont pas opérationnelles du fait simplement de leur arrêt ou de leur mauvaise prise en charge.

### **I.3.2. Une approche institutionnelle inadéquate.**

Les réseaux d'assainissement ont toujours été gérés par une multitude d'organismes dont la diversité des statuts, des tutelles et des dimensions constituent un véritable « magma » organisationnel qui favorise la dilution des responsabilités et une insuffisante prise en charge des aspects techniques. La gestion des systèmes d'assainissement a été longtemps du ressort des communes qui n'ont ni le statut ni les capacités nécessaires pour une gestion efficace. Les communes ne peuvent donc pas assumer cette tâche faute de moyens financiers et d'encadrement et en raison même du poids des prérogatives multiples que le principe de décentralisation leur a octroyées.

Lors des Assises Nationale de l'eau en 1995 à propos du service de l'eau potable et de l'assainissement, l'ONA (Office Nationale de l'Assainissement), créée en 2001, devrait se substituer entièrement, dans l'exercice de sa mission, à l'ensemble des établissements et organismes publics nationaux, régionaux et de wilaya, et les régies communales. Actuellement l'ONA n'intervient que sur la moitié des communes dans l'ensemble du territoire national.

Malgré ces quelques efforts, les institutions concernées restent sous encadrées et sous financées et ne disposent pas de la crédibilité et du pouvoir nécessaire à l'exécution de leurs missions.

### **I.3.3. Système juridique et règlement inappropriés.**

L'évolution des textes est intimement liée à celle des structures. De 1962 à ce jour, une prolifération de lois, décrets et textes d'application (arrêtés, circulaires...) a vu le jour. Ces instruments ont été mis en place, modifiés, complétés ou abrogés lors de suppressions des structures ou de changement des responsables. Les textes élaborés au fur et à mesure de la création des structures n'ont joué aucun rôle pratique sur le terrain. Elles ont contribué, par leur foisonnement, à rendre complexes et difficiles le fonctionnement et l'organisation des services concernés. (Cherrared et al., 2007).

En matière de pollution, le problème de la protection de l'environnement n'a commencé à être pris au sérieux qu'à partir de la loi n° 03-10 de juillet 2003 dans le cadre du développement durable. Elle a été complétée par la loi du 04 août 2005, mais l'assainissement a été insuffisamment pris en charge.

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

### I.3.4. Les problèmes liés à l'assainissement.

#### I.3.4.1. Le problème des inondations.

Par temps sec, ce type de problèmes ne survient en principe que lorsque le réseau est obstrué. Il est donc directement lié à l'entretien des réseaux. Les inondations les plus fréquentes se produisent par temps de pluie. Dans la conception des réseaux d'assainissement, on ne peut pas éliminer les risques d'inondations pluviales. Le problème en Algérie, c'est que les inondations pluviales se produisent souvent par des pluies de périodes de retour inférieur à la période de retour pris dans le dimensionnement des réseaux. Les raisons de ces dysfonctionnements sont :

- Le non respect des normes de conception des ouvrages : les pentes d'écoulement, les distances entre les avaloirs, les normes de calcul et de dimensionnement (diamètres, autocurage....),
- Absence ou manque d'entretien : ce problème est souvent dû à la défaillance du gestionnaire. L'absence d'entretien provoque des accumulations de matières solides en surface et des dépôts importants dans les réseaux, l'obturation des ouvrages d'écoulement du réseau (figure I-6),
- Le problème des matières en suspension (MES) charriées par les eaux collectées (en temps de pluie notamment). Ce phénomène est dû à l'érosion des sols non viabilisés, à l'absence de nettoyage des rues et les proliférations des chantiers de construction qui engendrent des matières solides en surfaces (figure I-5).



Fig. I-5 : Ensablement du réseau dans la zone de MKasseb (Jijel).



Fig. I-6 : Engorgement du réseau (Jijel).

#### I.3.4.2. Le problème de la contamination humaine.

En matière de santé publique, la manifestation des pollutions dues aux eaux usées d'assainissement couvre en gros les maladies infectieuses d'origine bactérienne ou virale (maladies à transmission hydrique - MTH) tels que la dysenterie, le choléra, la typhoïde,...

Des pics d'infection ont été enregistrés dans la période de 1971 à 1986 (figure I-7), qualifié de catastrophe épidémiologique nationale : 8008 cas cliniques de choléra confirmés dont 450 décès ont été enregistrés. Paradoxalement, ces pics coïncident avec l'augmentation du taux de raccordement national en matière d'AEP et d'assainissement.

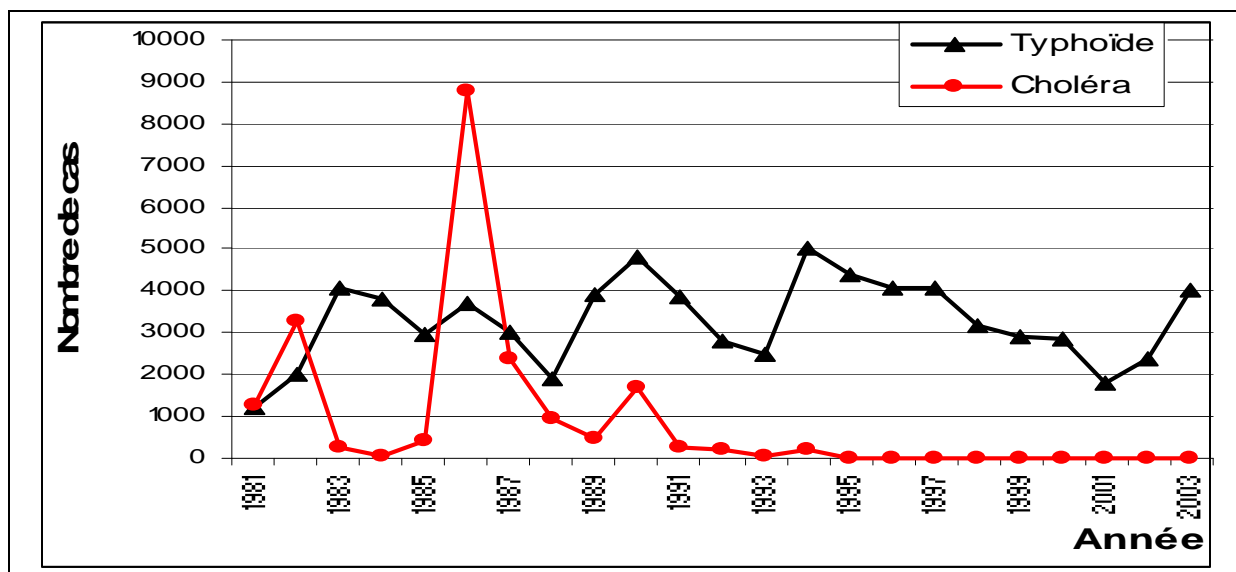


Fig. I-7 : Evolution de la situation épidémiologique en Algérie (OMS, 2004)

Parmi les principales causes de ce problème :

- Les cross connexions 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.

### I.3.4.3. Le problème de pollution de l'environnement.

La pollution des milieux naturels par les rejets directs ou indirects provenant de l'assainissement urbain (eaux pluviales et eaux usées) commence à devenir très inquiétante. Dans les villes côtières, le potentiel piscicole des eaux de mer commence à diminuer d'une façon alarmante. Le tableau I-2 montre l'importance de l'impact des rejets urbains sur les ports algériens (CATE, 1998). Dans de nombreux cas, même les retenues des barrages sont touchées avec un taux de 24% des barrages pollués (figure I-8).

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

Tableau I-2 : Impact de la pollution des rejets urbains sur les ports algériens (CATE, 1998).

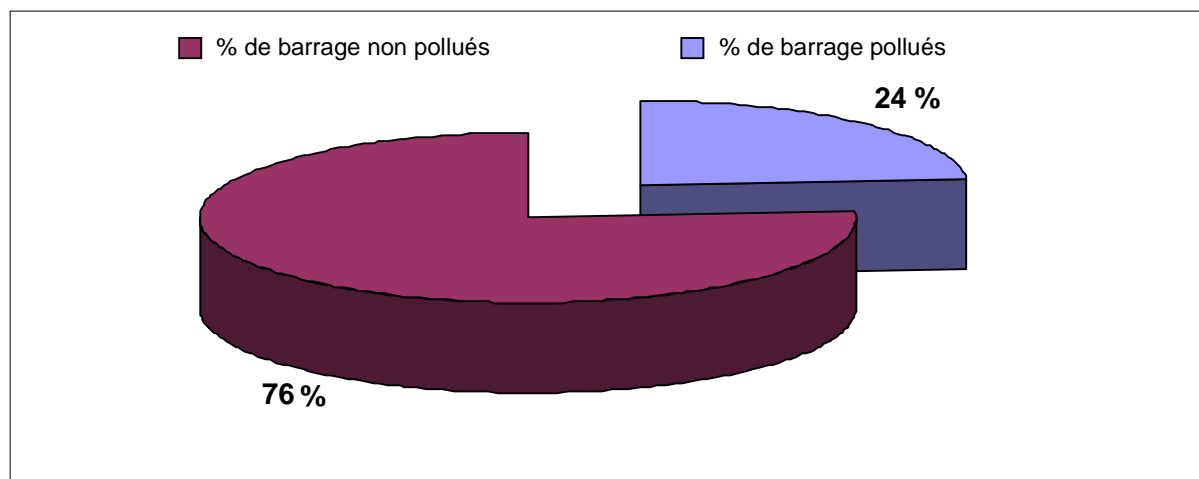


Fig. I-8 : Pollution des barrages par les rejets de réseaux d'assainissement urbains (CATE, 1998).

#### I.3.4.4. Le problème de désordre en surface et de l'insécurité humaine.

Dans les réseaux d'assainissement, les regards et les avaloirs de rue forment les ouvrages essentiels qui permettent la liaison des réseaux avec la surface des bassins versants. Pour des raisons de confort et de sécurité évidentes, ils doivent être finis et conçus au même niveau (à la même côte) que la voirie (figure I-9). Malheureusement, dans beaucoup de cas, cette norme de conception n'est pas respectée en Algérie. On constate souvent l'absence de tampon ou des regards ou des grilles des avaloirs, du fait de vol de ce type d'équipement (figure I-10), et d'autres cassés probablement à cause de la qualité des tampons qui ne résistent pas au trafic routier.



Fig. I-9 : Tampon cassé dans la zone du camp chevalier (réseau de Jijel).



Fig. I-10 : Obstruction d'un avaloir dans la zone de construction suite à l'absence de grille (Jijel).

#### I.3.4.5. Absence de l'autofinancement et de la contribution économique.

Actuellement, le service de l'assainissement est entièrement financé par les pouvoirs publics ; ce dernier ne peut même pas couvrir les coûts de la maintenance à partir des redevances. Il ne contribue pas dans l'économie nationale mais au contraire, il la freine par la pollution des milieux récepteurs. Cette pollution empêche les mouvements touristiques et ralentit le développement des activités à caractère commercial.

Il faut rajouter à tout ça, le problème de l'inéquité de service, rencontré d'une zone urbaine à une autre, voir, d'un quartier à un autre.

## **I.4. Conclusion.**

A partir de l'analyse de la situation actuelle, il est possible de dire que la politique nationale adoptée en matière de gestion des services d'eau et d'assainissement est entièrement dépassée par le développement urbain des villes algériennes. Cette situation fait apparaître que l'impact attendu à travers les différentes réalisations, dans ce domaine, n'est malheureusement pas à la hauteur des investissements consentis. L'option de développement, fondée sur la planification centralisée de même que l'intensification de l'urbanisation due à l'explosion démographique a certes permis d'améliorer la qualité de vie des citoyens, mais au prix de déséquilibres écologiques et socio-économiques importants qui menacent le développement futur du pays.

Pour pouvoir remédier à tous ces problèmes, il faut absolument dépasser le stade du diagnostic répétitif et passer à une politique concrète qui s'inscrit dans une perspective de développement durable. Cette nouvelle politique nécessite de recourir à une approche actionnelle basée sur : une organisation interne rigoureuse, une hiérarchie des fonctions responsabilisées et une précision des objectifs avec des délais à atteindre. Ces paramètres doivent donner lieu à une organisation systémique avec un niveau de perception commun aux différents partenaires et acteurs dans le processus d'intervention.



## CHAPITRE II

---

### *Le développement durable en matière d'assainissement urbain*

*Nous allons décrire dans ce chapitre l'état actuel des travaux qui représentent des contributions méthodologiques pour tester la durabilité des systèmes d'assainissement. Nous décrivons ensuite la problématique et la faisabilité de la politique de DD en matière d'assainissement urbain en Algérie.*

#### **II.1. Introduction.**

Parmi les méthodes et outils de l'évaluation de la durabilité des systèmes d'assainissement urbain, que nous avons pu consulter à partir des travaux en cours, deux grandes approches prédominent : la première est basée sur l'analyse du cycle de vie du système d'assainissement, tandis que la deuxième utilise les indicateurs pour réaliser l'évaluation de la durabilité. Nous allons présenter un premier bilan de ces travaux pour consolider l'idée concernant l'utilisation de la notion d'indicateur de performance, qui va contribuer à l'élaboration d'une méthodologie d'évaluation de la durabilité, consacrée à la deuxième partie de ce mémoire. Ensuite, nous présenterons l'approche performantielle qui permet de donner un sens à la valeur de l'indicateur et fournir une connaissance plus exploitable par les décideurs. Nous ferons une brève présentation des méthodes de pondération, qui permettent de synthétiser le problème et avoir une vision globale de celui-ci. La deuxième partie de ce chapitre est consacrée à la description de la problématique et la faisabilité de la notion du développement durable dans le cas de l'Algérie.

## II.2. Etude bibliographique - Etat actuel des connaissances.

### II.2.1. La notion de Développement Durable (DD).

Toutes les définitions rencontrées dans la littérature convergent vers une définition commune : « le DD est un développement techniquement et économiquement valable, socialement équitable, respectueux de l'environnement, et qui répond aux besoins des générations présentes sans compromettre les capacités des générations futures à satisfaire leurs propres besoins ».

Le développement durable concerne l'ensemble des activités humaines : agriculture, industrie, transport, construction, assainissement, et tous les autres systèmes sociotechniques. Les enjeux de durabilité sont cependant différents pour chacun des secteurs d'activité.

### II.2.2. Historique.

Le concept du développement durable n'est pas le résultat d'une simple réflexion, mais ce dernier est considéré comme un résumé des préoccupations et des constats d'une population d'acteurs, qui vise à orienter tous les individus vers une rationalité dans leurs actions.

**1968** : Création du *Club de Rome* regroupant quelques personnalités occupant des postes relativement importants dans leurs pays 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.

**1972** : Le Club de Rome publie le rapport "*Halte à la croissance*", ou *Les limites de la croissance*, le titre original étant *The limits to growth*, rédigé à sa demande par une équipe de chercheurs. Ce premier rapport donne les résultats de simulations informatiques, par le modèle DYNAMO de *Jay Forrester* sur l'évolution de la population humaine en fonction de l'exploitation des ressources naturelles, avec des projections jusqu'en 2100. Il en ressort que la poursuite de la croissance économique entraînera au cours du *XXI<sup>e</sup> siècle* une chute brutale des populations à cause de la pollution, de l'appauvrissement des sols cultivables et de la raréfaction des ressources énergétiques.

**1972** : 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. C'est le premier Sommet de la Terre. L'environnement apparaît en effet à partir des années 1972 comme un patrimoine mondial essentiel à transmettre aux générations futures.

**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).

**1992** : Deuxième Sommet de la Terre, à "Rio de Janeiro" en 1992 : consécration du terme "développement durable", Le concept commence à être largement médiatisé devant le grand public. La définition Brundtland (première définition du Développement durable), axée prioritairement sur la préservation de l'environnement et la consommation prudente des

ressources naturelles non renouvelables, sera modifiée par la définition des « trois piliers » qui doivent être conciliés dans une perspective de développement durable : le *progrès économique*, la *justice sociale*, et la *préservation de l'environnement*.

### II.2.3. Les piliers du développement durable.

A partir de la définition du DD et de l'historique déjà présentés, on peut conclure que l'objectif du développement durable est de définir des schémas viables et conciliant les trois aspects : économique, social, et environnemental. Ces trois aspects sont les piliers du développement durable. Dans chaque pilier, un objectif général est défini (figure II-1) :

- L'économique, traduisant la recherche par le développement durable d'un objectif de croissance et d'efficacité économique.
- Le social, exprimant le fait que ce développement durable doit prendre en compte les besoins humains et donc répondre à un objectif d'équité sociale.
- L'environnemental, signifiant que l'objectif de développement durable est de préserver, améliorer et valoriser l'environnement et les ressources pour le long terme.

Les institutions sont souvent considérées comme la quatrième dimension du DD.

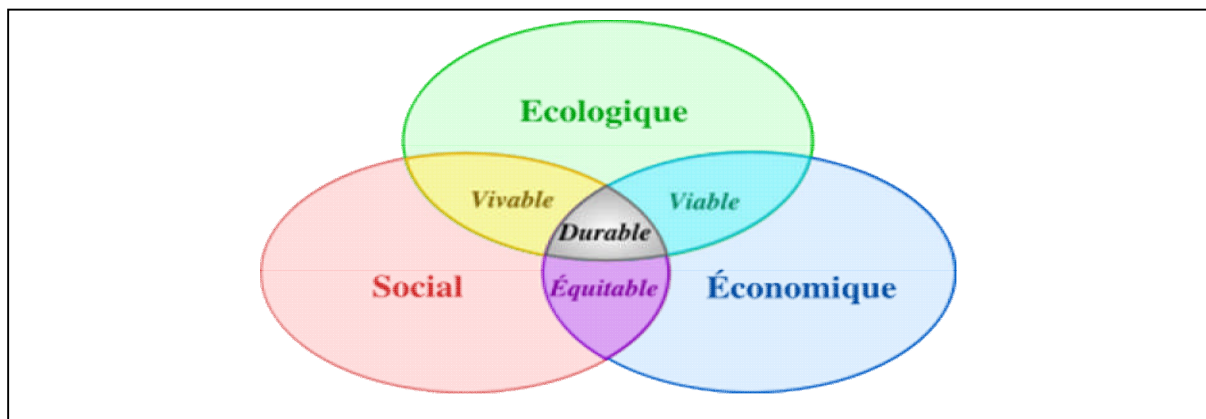


Fig. II-1 : Schéma du développement durable (Agenda 21).

Le développement durable ne présente pas un remplaçant de la politique classique (développement urbain) mais, une extension de cette dernière avec un renouvellement des objectifs dans le but de résoudre les problèmes qui figurent dans cette politique (figure II-2). Cette extension est résumée par les points suivants :

- Dans la politique classique, l'assainissement conserve le rôle unique de protection de la ville et de ses habitants par l'évacuation des eaux usées et pluviales.
- Dans le cadre du développement durable, l'assainissement assure la fonction d'évacuation des eaux, plus les fonctions suivantes :
  - Préserver l'environnement.
  - Préserver les ressources énergétiques.
  - Fournir un service équitable aux consommateurs.
  - Protéger la santé.
  - Jouer un rôle efficace dans l'aspect économique avec les autres sous-systèmes de la ville (transport, communication,...).

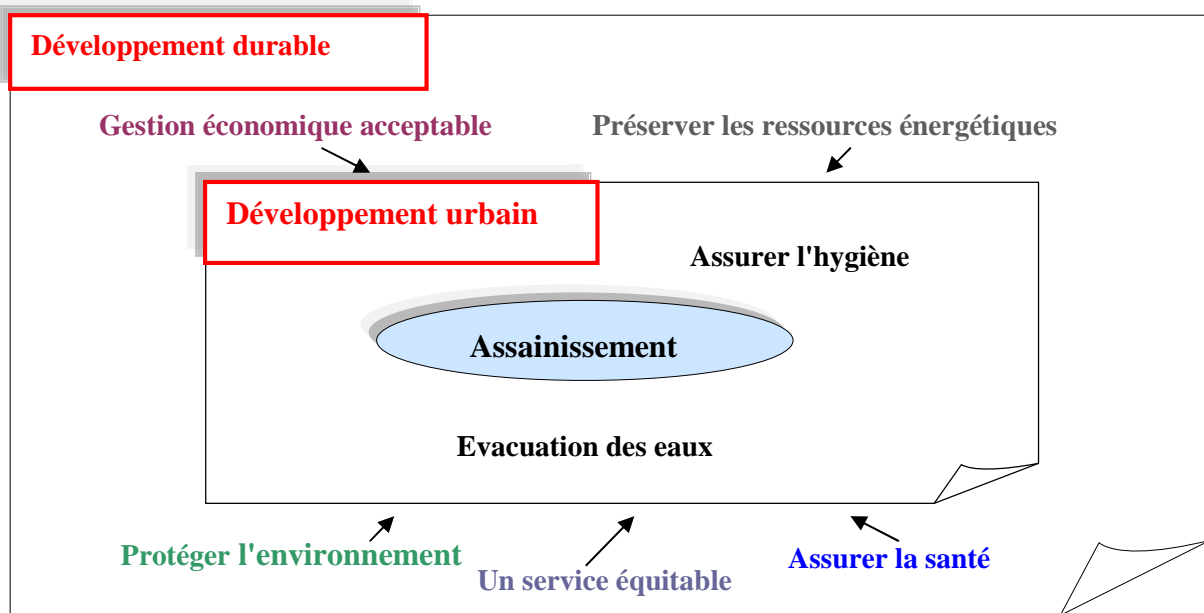


Fig. II-2 : Distinction entre le développement urbain classique et le développement durable.

## II.2.4. Les méthodes d'évaluation de la durabilité des systèmes d'assainissement.

Selon la littérature consultée, Il existe deux approches qui prédominent l'évaluation de la durabilité des systèmes d'assainissement.

### II.2.4.1. Méthode d'Analyse du Cycle de Vie.

C'est une méthode d'évaluation de l'impact environnemental d'un produit. Elle permet de comparer les conséquences de la réalisation et de l'usage (durant tout le cycle de vie) d'un processus ou d'un service. Elle possède le statut d'une méthode standardisée. Par ailleurs, cette méthode nécessite la mobilisation d'une importante base de données. Elle a été utilisée par (Lundin et al., 2000) pour évaluer les charges environnementales des systèmes urbains d'eau.

#### II.2.4.1.a. Présentation générale et objectifs.

L'analyse du cycle de vie (ACV), est une méthode qui a été initiée par la SETAC (Society of Environmental Toxicology and Chemistry) dans les années 70 pour l'évaluation de l'impact sur l'environnement d'un produit industriel ou d'un service tout au long de son cycle de vie (Barraud, 2001). Elle est normalisée depuis 1990 et est composée de 4 étapes :

- **La définition des objectifs de l'étude :** Cette phase permet de préciser les finalités de l'analyse comme la comparaison de l'impact environnemental de deux « produits » censés rendre le même service ou bien l'évaluation pour un « produit » donné de l'incidence sur l'environnement de deux étapes de son cycle de vie (sa construction et sa réhabilitation par exemple). Cette phase nécessite, en outre, de délimiter le système à étudier dans le temps et dans l'espace et de définir l'unité fonctionnelle c'est à dire la mesure de ce que fait le système ou ce pour quoi il est fait. Ceci impose dans les études comparatives que les systèmes assurent les mêmes fonctions.

- **L'inventaire** : Permet de recenser pour chaque sous-système composant l'unité fonctionnelle, les flux de matières, d'énergie, les émissions de polluants et la production de déchets pouvant avoir un impact sur les différents milieux (eau, sol, air).
- **La classification** : Qui répertorie les différents types d'impacts à évaluer ; c'est-à-dire : les diverses atteintes aux milieux.
- **L'évaluation** : Qui d'une part relie les flux sortants aux impacts identifiés lors de la phase de classification et d'autre part agrège les différents effets.

#### **II.2.4.1.b. L'application sur les systèmes d'assainissement.**

L'examen de la littérature et des colloques internationaux récents sur le thème de la gestion des eaux urbains et/ou sur le développement durable a montré que l'application de l'ACV au système d'assainissement des eaux usées (processus de traitement) constitue actuellement une action de recherche de nombreuses équipes européennes. En revanche, aucune tentative d'ACV d'un système d'assainissement pluvial n'a été identifiée, même si de nombreuses publications évoquent la nécessité d'y recourir (Barraud, 2001).

#### **II.2.4.1.c. Avantage et inconvénients.**

L'ACV offre d'une part, l'avantage d'une méthode qui permet de prendre en compte le facteur temps lors de l'évolution du système pendant toute sa durée de vie. Par ailleurs, cette méthode nécessite la mobilisation d'une importante base de données.

Selon un groupe de travail (ADEME-AMORCE in Bonierbale, 2004), l'inconvénient que peut avoir cette méthode est que lors de l'agrégation des différentes données d'impacts standardisées, peuvent perdre une partie de leur signification.

#### **II.2.4.2. Méthodes basées sur l'utilisation des indicateurs.**

La seconde approche utilise des indicateurs pour réaliser une évaluation de la durabilité d'un service ou d'un système quelconque. D'une manière générale, les indicateurs présentés sont à l'échelle du pays, d'une région, ou d'une ville ou d'un territoire. Les infrastructures urbaines font aussi l'objet d'une utilisation des indicateurs de développement durable (Sahely et al., 2005). Selon (Bonierbale, 2004), les études basées sur l'évaluation du DD à l'aide d'indicateurs sont réalisées suivant trois méthodes :

1. Elaborer un seul indicateur, agrégé, contenant des informations relevant des différentes dimensions du DD (sociale, environnemental, économique, ...)
2. Etendre la comptabilité économique nationale afin d'arriver à la valeur du Produit Intérieur Brut (PIB) (écologiquement et socialement ajusté) ;
3. Sélectionner une série d'indicateurs clés, sans essayer de les agréger.

La première et la deuxième méthode posent des problèmes concernant l'agrégation et l'affectation des poids. Par ailleurs, dans la troisième méthode on rencontre le problème de la clarté de l'information à transmettre.

Dans l'article de (Balkema et al., 2002), les indicateurs de durabilité sont subdivisés en quatre catégories. Ces dernières sont présentées dans la (Figure II-3). On note : l'environnement

économique, l'environnement socioculturel, l'environnement physique et les fonctions. Les indicateurs issus des trois premières catégories renseignent sur l'efficacité d'une solution (l'efficacité représente la comparaison entre un résultat attendu ou théorique et un résultat observé). La dernière catégorie permet de mesurer l'efficacité de la solution (l'efficacité représente l'aptitude d'une technique ou d'une technologie à répondre à une exigence opérationnelle). Selon l'auteur, cette dernière catégorie joue un rôle d'une contrainte. Il est évident qu'il est inutile de choisir une technique efficace si le gestionnaire juge qu'elle n'est pas techniquement opérationnelle.

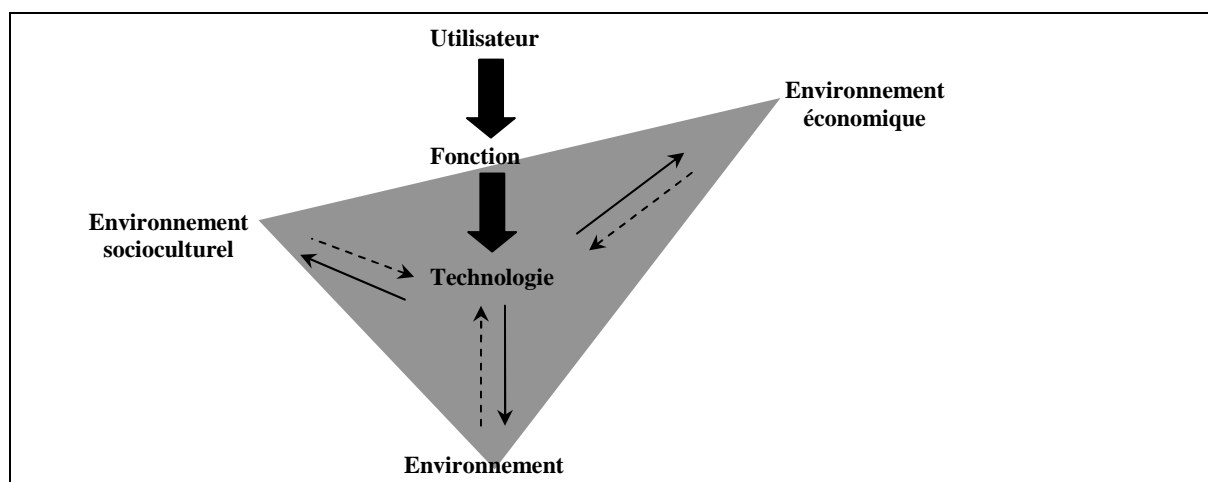


Fig. II-3 : Interaction d'une technologie avec l'environnement (BALKEMA et al., 2002).

Au Canada, (Sahely et al., 2005) présentent une étude portant sur l'évaluation de la durabilité des systèmes d'infrastructures urbaines. Ce travail porte essentiellement sur les interactions clés et les mécanismes de rétroaction entre infrastructure et les systèmes environnementaux, économiques et sociaux avoisinants. Selon les auteurs, l'utilisation de critères et d'indicateurs de durabilité est une façon de comprendre et de quantifier ces effets interactifs afin de pouvoir élaborer un outil d'évaluation.

L'utilisation d'indicateurs est une première étape vers l'évaluation de la durabilité des systèmes sociotechniques tels que les systèmes d'assainissement urbains. Néanmoins lorsque une évaluation est réalisée, il est intéressant de pouvoir comparer les résultats avec des valeurs de référence. La valeur même de l'indicateur ne fournit pas toujours une connaissance, particulièrement lorsque l'utilisateur ou le lecteur des résultats n'est pas l'expert. La notion de performance présente alors l'avantage de réaliser cette comparaison.

### II.2.5. Les approches performanciales.

La performance est une notion devenue incontournable. Les années 90 ont marqué l'intégration du management environnemental dans la gestion globale des entreprises. Les années 2000 inscrivent l'évaluation de la performance environnementale dans une démarche d'accomplissement d'objectifs environnementaux. L'évaluation de la performance environnementale a d'ailleurs fait l'objet d'une norme dans la thématique du management environnemental (ISO, 2000).

Les approches performanciales présentent plusieurs intérêts, notamment en assainissement urbain comme l'indique Fenner (in Bonierbale, 2004) :

- 1- Représenter de manière simple les effets de systèmes complexes et les interactions physiques qui influent sur la qualité de service fourni.
- 2- Mesurer le progrès réalisé au regard de certains objectifs ou cibles, comme par exemple d'évaluer dans quelle mesure les objectifs du développement durable définis par les gestionnaires ou les niveaux de service clients sont atteints, aider au développement du recueil d'informations.
- 3- Fournir une information de *benchmarking*, ce qui permet de comparer différentes localisations ou différents systèmes de même nature.
- 4- Comme un outil pour évaluer et réguler la conformité avec des niveaux minima, comme le nombre de débordements acceptables par an par exemple.

Une mesure de performance quantifie un aspect particulier du niveau standard de service atteint par le gestionnaire. Cela permet la comparaison dans le temps ou vis à vis d'une cible prédéfinie et constitue un outil de surveillance et d'évaluation de l'efficacité et l'efficacités du gestionnaire, simplifiant ainsi une évaluation autrement plus complexe (Matos *et al.*, 2003).

Dans ce contexte l'association internationale de l'Eau (IWA) (Matos *et al.*, 2003), a consacré un important budget afin de disposer à terme, d'indicateurs communs pour tous les acteurs d'un même secteur. Ce travail a permis aussi de produire une information utile pour plusieurs catégories d'acteurs agissant à des niveaux différents ; des opérateurs au législateur, en passant par le gestionnaire. L'ouvrage intitulé : « Performance indicators for wastewater services » (Matos *et al.*, 2003) propose ainsi 182 indicateurs de performance couvrant six aspects :

- Environnemental
- Personnel
- Physique
- Opérationnel
- Qualité de service
- Economique et financier

L'utilisation d'indicateurs dans le domaine de l'assainissement est déjà une pratique couramment employée par les agences de l'eau françaises, pour octroyer des aides ou à l'inverse imposer des taxes. Ces indicateurs, à vocation financière, utilisent des paramètres de pollution couramment mesurés (DBO5, DCO, MES, NTK, PT,...).

Le syndicat interprofessionnel des entreprises de service d'eau et d'assainissement (S.P.D.E.) a mis en place depuis 2003 un outil de dialogue entre les entreprises, les élus et les consommateurs (Cousquer, 2004). Dans le cadre de la charte des services publics, cet outil réunissant dix-sept indicateurs, appréhende la performance des services d'eau et d'assainissement en gestion déléguée.

La fédération nationale des collectivités concédantes et régies en France (F.N.C.C.R.), mène depuis 2002 des travaux autour des indicateurs de performance des services de distribution d'eau potable (Cousquer, 2004). L'ensemble de ces démarches s'intéresse aux différents niveaux et acteurs de décisions des services d'assainissement ; organisme régulateur, bailleurs de fonds, usagers, techniciens, élus,... Les indicateurs ne sont alors pas les mêmes, mais la même idée de comparaison ressort. L'idée qui émerge est de pouvoir comparer les valeurs obtenues par le calcul des indicateurs à des objectifs fixés à l'avance. Ces objectifs peuvent être communs à plusieurs organismes ou contextuels.

## II.2.6. Les méthodes de pondération des critères.

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'informations plus ou moins importantes en fonction de la méthode utilisée. Malgré cet inconvénient, ces méthodes sont néanmoins indispensables dans de nombreux cas. Dans le cas d'une approche monocritère, la matrice entière sera synthétisée en un vecteur comprenant une seule valeur par alternative. Dans le cadre d'une approche multicritères, on considère sinon la matrice toute entière, du moins un nombre de critères supérieurs à 1. Etant donné que le choix du type d'agrégation est fortement corrélé à la démarche globale que nous souhaitons mettre en place, nous évoquerons les approches d'agrégation plus en détail dans le chapitre IV qui concerne la présentation de la méthode proposée au cours de ce mémoire. L'agrégation d'indicateurs implique nécessairement de pondérer ceux-ci ; la détermination de l'importance d'un critère par rapport à un autre est un enjeu majeur à la fois scientifique et politique. Plusieurs méthodes de pondération peuvent être envisagées (Bana e Costa et al. 2003) et de nombreux exemples d'utilisation sont disponibles dans la littérature. Les principales méthodes sont résumées dans le tableau II-1.

Méthode	Description	Commentaires
<b>Méthode d'attribution de scores</b>	Répartition d'une somme de points sur l'ensemble des indicateurs ou des critères (répartition de 100% par exemple).	L'attribution d'un poids plus important à un critère réduit l'importance relative d'un autre élément.
<b>Méthode de comparaison par paire</b>	Comparaison à deux des indicateurs, les plus connus étant la méthode AHP inventée par Saaty (1977) et la méthode MACBETH (Bana e Costa et al. 2003).	La méthode est simple d'utilisation. La cohérence de l'ensemble des comparaisons est vérifiée. Le nombre de comparaison augmente plus rapidement que le nombre d'indicateurs.
<b>Méthode des valeurs attendues</b>	L'attribution des poids est uniquement fonction du classement des indicateurs	La méthode est simple est requiert uniquement de classer les critères. La pondération obtenue ne reflète par les différences d'importance entre critère.
<b>Arbre de pondération</b>	Les indicateurs sont décomposés sous forme d'une arborescence. A partir de la pondération de chaque embranchement, la valeur de pondération de chaque indicateur correspond au produit des coefficients des sous branches et des branches dont il est issu.	La difficulté réside dans la réalisation de l'arbre.

Tableau II-1 : Méthodes de pondération utilisables pour la pondération des critères.



## II.3. Cas de l'Algérie – Problématique et faisabilité.

### II.3.1. Problématique.

A partir du bilan présenté dans le chapitre précédent, on peut constater que la conception et la gestion des systèmes d'assainissement en Algérie ont toujours été entreprises pour répondre à des objectifs précis de développement urbain (raccordement des bâtiments,...) et d'hygiène. Cette politique a montré ses faiblesses et ses lacunes à moyen et, surtout, à long termes. Aujourd'hui, avec la nouvelle politique du développement durable, on doit prendre en compte tous les aspects associés à un projet : fonctionnel, environnemental, qualité de vie, et autres ayant rapport avec la notion de durabilité des projets concernés. Cependant, l'application d'une telle politique nécessite un minimum de conditions :

- Une sensibilisation par les objectifs de la nouvelle politique du DD.
- L'engagement réel et efficace de tous les acteurs concernés (les institutions de gestion en particulier).
- La disponibilité des moyens nécessaires, financiers notamment.
- La disponibilité d'outils nécessaires (méthodologies et technologies adaptées, informations suffisantes et utiles, modèles de calcul fiables, etc.).
- La disponibilité et l'exploitation des compétences.
- Un autre aspect devrait être pris en charge sérieusement. C'est celui de la mise en place d'une procédure efficace de collecte et d'archivage de l'information relative aux systèmes d'assainissement.
- L'application de cette politique est assurée aussi par l'efficacité de l'ensemble des actions et des décisions appliquées. Alors, les gestionnaires, les décideurs et les techniciens doivent intégrer leurs actions et décisions dans ce nouveau cadre. Cette intégration sera assurée par la disponibilité d'outils d'aide à la décision qui permettront les choix et les évaluations dans le cadre du développement durable.

L'efficacité de tous ces outils est complétée par un plan d'action dans lequel on doit mentionner toutes les tâches indispensables (figure II-4).

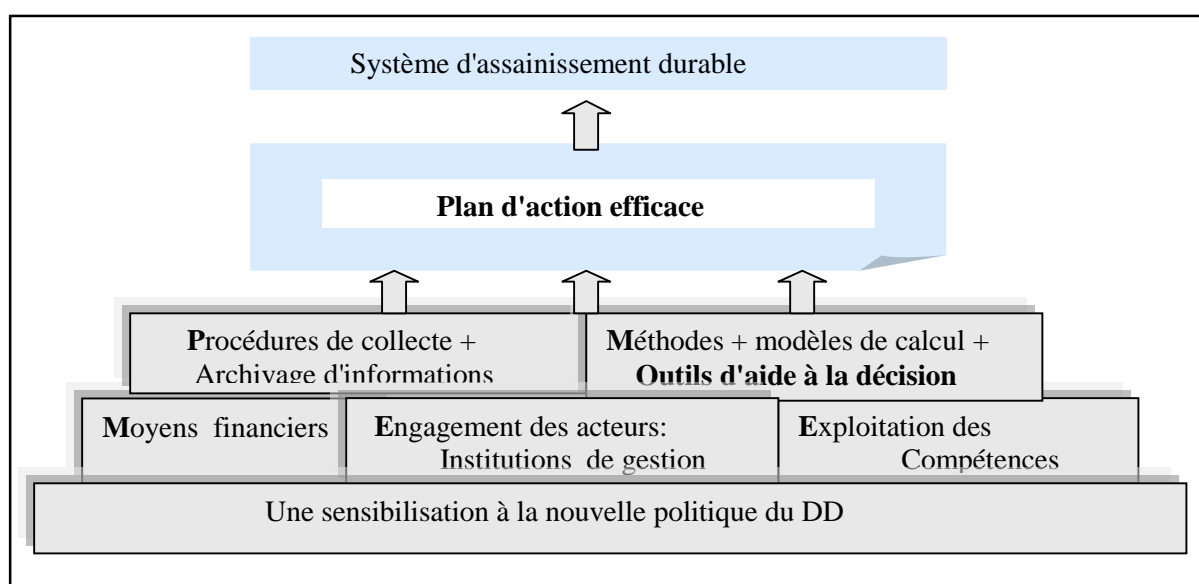


Fig. II-4 : Conditions nécessaires pour l'application de la politique du DD.

On ne peut pas parler d'un développement durable dans le secteur d'assainissement sauf si les différents mécanismes et conditions nécessaires sont installés. Et c'est à partir de là qu'on peut réaliser des systèmes durables dont les performances répondent aux objectifs d'un développement durable.

### II.3.2. Les paramètres nécessaires pour une politique de DD.

Ci-dessus, nous avons cité, brièvement, les conditions minimales nécessaires à l'application d'une politique de DD des SA. La qualité des résultats de durabilité dépend de l'ampleur de la vérification de ces conditions. Nous allons citer certains paramètres de base influençant la qualité et les performances des SA.

#### II.3.2.1. La connaissance du système.

Un développement visant des objectifs de durabilité nécessite des observations et mesures multiples et variées avec des approches et méthodologies fiables, continuellement revues et améliorées. C'est à ce prix que les informations recueillies deviennent crédibles et servent de base pour élaborer des hypothèses et des interprétations en les confrontant à d'autres observations, pour calculer et concevoir des équipements fiables et pour évaluer l'état et l'évolution des SA.

Le recueil d'informations (campagnes de mesure, ...) doit se faire sur des périodes assez importantes (pour une meilleure représentativité du ou des phénomènes et/ou du système). Il doit aussi démarrer d'un ensemble de réponse à des questions telles que :

- Quels paramètres doivent être mesurés ?
- Sur quelles périodes doit-on faire les mesures ?
- A quelles fréquences doit-on faire les mesures ?
- Où doit-on effectuer les mesures et avec quelles précisions doit-on réaliser les mesures ?

Ces informations, brutes au départ, peuvent être analysées et/ou combinées pour arriver à cibler l'information utile, fiable et compréhensible exprimant les paramètres et/ou les indicateurs recherchés (Figure II-5).

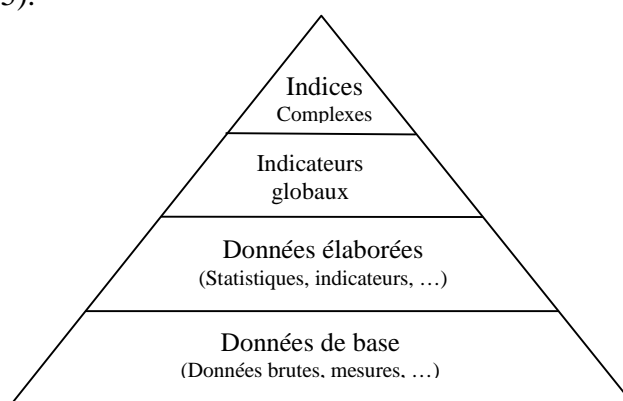


Fig. II-5 : Pyramide de l'information

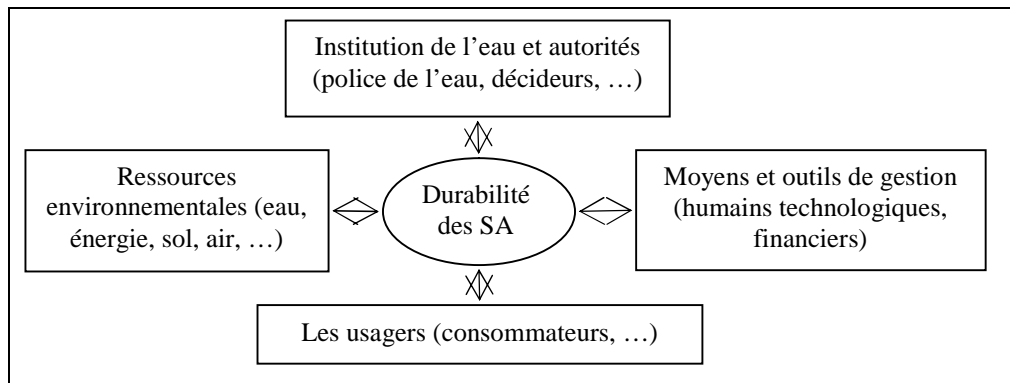


Fig. II-6 : Éléments et paramètres d'influence de la durabilité des SA

En outre, la connaissance du système passe par la connaissance de tous les sous-système et objets en interaction avec les SA et formant, avec le projet, le système global (figure II-6). La recherche de la durabilité nécessite une approche systémique afin d'acquérir une connaissance fine des éléments et de leurs inter-relations, de leurs poids dans les changements potentiels du système ainsi que des acteurs (Etat, collectivités locales, entreprises, citoyens, ...etc.) qui contrôlent ces éléments, et d'identifier les tendances lourdes, les contraintes, les processus en cours et les germes de changement.

### II.3.2.2. Les objectifs de durabilité des SA.

Plusieurs objectifs sont associés au développement des systèmes d'assainissement. Ils constituent les indices permettant d'apprécier et d'évaluer la durabilité du système. (Cherrared et al., 2007). Ces objectifs sont :

#### II.3.2.2.a. Santé et sécurité.

Un système durable doit offrir une protection contre :

- Les différentes pollutions (visuelle, olfactive, bactérienne, organique, chimique,...).
- Les inondations pouvant être générées par le système.
- La contamination humaine, source de différentes maladies.
- Les accidents divers pouvant survenir à cause du système (sécurité du personnel...).

#### II.3.2.2.b. Environnement.

Un système durable doit offrir une protection contre :

- La pollution des milieux récepteurs (les cours d'eau ou les oueds, les eaux de mer, les sols, les eaux souterraines, etc....) par les eaux usées et pluviales provenant des réseaux d'assainissement. Cette protection devrait être assurée, d'une part, par une épuration efficace des eaux usées domestiques et industrielles (donc pas de rejet direct), et d'autre part, par un contrôle régulier (dont la fréquence et la méthodologie sont à définir en fonction des objectifs) des points de rejet et du milieu naturel.
- Les malfaçons dues au non respect des conformités de réalisation des ouvrages annexes (du SA) de liaison avec les surfaces.

### II.3.2.2.c. Economie.

Un système durable doit avoir :

- Des coûts de conception et d'exploitation acceptables.
- Un financement suffisant : capacité de financer les investissements, la conception du projet, son exploitation et sa maintenance après réalisation. L'autofinancement des systèmes d'assainissement est une des stratégies envisageable (par la participation effective des consommateurs d'eau potable raccordés aux réseaux, la réutilisation des eaux et éventuellement des boues rejetées par les stations dépuraton et par la participation des industriels raccordés aux réseaux,...).
- Des impacts sur l'environnement économiquement acceptables (le manque à gagner du potentiel piscicole, le manque à gagner des usages touristiques et de loisirs des milieux récepteurs,...).

### II.3.2.2.d. Société.

Un système durable doit :

- Respecter les besoins de base de l'environnement (esthétique,...)
- Offrir à la société un niveau de confort raisonnable.
- Assurer à la population les services attendus.
- assurer des services équitables pour toute la population.
- Impliquer les usagers dans la préservation de la durabilité du système.

A partir des objectifs mentionnés précédemment, deux définitions peuvent émerger. Un système d'assainissement durable assure les différentes fonctions auxquelles il est destiné et respecte des critères du développement durable (Environnementaux, économiques et sociaux). (Barraud, 2001). On parle d'un système d'assainissement partiellement durable lorsque seulement une partie des objectifs du développement durable est vérifiée.

## II.3.3. Faisabilité du développement durable en Algérie.

Dans ce domaine, on est encore au stade des réflexions. Quelques pistes de réflexion ainsi que des mesures pratiques sont déjà proposées afin d'aller de l'avant sur la voie du développement durable où les premiers jalons ont d'ores et déjà été proposés (responsabilités plus ciblées). Trois questions principales sont ainsi relevées : celle du nécessaire rééquilibrage du financement du développement durable dont il importe de répartir progressivement et de manière plus équitable le fardeau entre les différents acteurs : Etat, collectivités locales, usagers, ...etc. ; celle de l'adaptation des mécanismes institutionnels pour concevoir et mettre en œuvre les politiques publiques et le développement des compétences au sein des institutions spécialisées ; celle de la terre conçue comme espace écologique, propriété et capital économique.

Comment faire ? D'abord mobiliser et responsabiliser les acteurs (Etat, collectivités locales, entreprises, citoyens, ...etc.). La décentralisation et l'amélioration des ressources financières locales constituent les leviers indispensables pour le développement durable. Là, réside la clé du succès : dans la capacité de construire le dialogue avec les différents acteurs et de faciliter la communication entre eux pour en faire des partenaires et des contributeurs efficaces au financement du développement durable des SA.

Un autre aspect devrait être pris en charge sérieusement ; c'est celui de la mise en place d'une procédure efficace de collecte et d'archivage de l'information relative aux systèmes. La connaissance des états actuels des systèmes en dépend. Une fois les systèmes connus, on peut envisager et imaginer les avenir possibles par le biais de la prospective. L'exploration du futur pourra se faire par les méthodes basées sur l'étude des scénarios (les solutions proposées). De telles méthodes permettent d'imaginer les changements possibles du système dans l'avenir en projetant les tendances passées et actuelles et en tenant compte des différentes hypothèses d'évolution, et d'identifier les actions à entreprendre pour atteindre des situations possibles et souhaitables dans le cadre du DD.

L'Algérie a décidé d'investir dans le développement durable. L'adoption par l'état de cette nouvelle stratégie à travers le PNAE-DD (Plan National d'Actions pour l'Environnement et le Développement Durable) le prouve bien. Cette décision est le résultat du constat négatif de la situation actuelle des différents domaines et systèmes du gouvernement. Le but du gouvernement algérien est de gérer ses projets et ses actions dans un cadre général qui intègre l'aspect économique, social et environnemental en plus de l'aspect fonctionnel.

Parmi les domaines d'application de cette nouvelle politique en Algérie, on trouve l'assainissement dont la situation est déjà décrite précédemment dans le cadre de la politique classique (développement urbain). Malgré les efforts du gouvernement dans ce secteur (financier notamment), son état actuel et les lacunes rencontrées montrent clairement les faiblesses des stratégies appliquées surtout avec le système institutionnel inefficace qui est lié étroitement à la carence des politiques et des programmes du passé qui négligent l'aspect environnemental, social, économique et plus précisément négligent les besoins des générations futures.

A partir de cette analyse, nous avons proposé une première perspective des différentes actions nécessaires à mener pour œuvrer dans le sens du DD (tableau 4). Les objectifs attendus à travers ces actions sont aussi présentés.

<b>Les objectifs de DD</b>	<b>Les actions à mener</b>
<b>1. Protéger l'environnement du SA</b>	
<b>1.1. Protéger le milieu naturel</b>	Contrôle et suivi de la qualité des eaux et des sols. Contrôle des points de rejets.
<b>1.2. Protéger le milieu urbain</b>	Améliorer la conception des ouvrages (regards, avaloirs...) Améliorer l'état de collecte des réseaux.
<b>2. Préserver la santé et la sécurité des usagers et du personnel.</b>	
<b>2.1. Préserver la santé et la sécurité des usagers.</b>	Réduire les contaminations par les eaux usées (cross connexion) Réduire les nuisances olfactives. Protection contre les inondations.
<b>2.2. Préserver la santé et la sécurité du personnel</b>	Formation du personnel Fourniture suffisante en équipements de travail Protéger le personnel contre les maladies (vaccin,...)
<b>3. Préserver la qualité structurelle du réseau.</b>	
<b>3.1. Réduire les défaillances dans les tronçons de collecte.</b>	Protection contre les phénomènes d'érosion et de corrosion. Réduire les points d'obstruction et les points noirs. Améliorer l'état d'étanchéité des tronçons.
<b>3.2. Protéger les ouvrages spéciaux contre les dégradations.</b>	Limiter les dysfonctionnement des DO et des ouvrages de rétention ou d'infiltration. Respecter la capacité nominale des pompes de relevage.
<b>4. Assurer la qualité d'exploitation du SA.</b>	
<b>4.1. Maintenir et entretenir les ouvrages de collecte.</b>	Suffisance d'effectifs travaillant dans le réseau. Avoir du personnel qualifié en exploitation. Disposer d'un équipement convenable pour assurer la maintenance du réseau.
<b>4.2. Maintenir les équipements de la STEP.</b>	Avoir des équipements de haute technologie Avoir du personnel très spécialisé.
<b>5. Assurer le bon fonctionnement du système d'assainissement.</b>	
<b>5.1. Assurer le bon fonctionnement du réseau.</b>	Limiter les points de rejets directs dans le milieu naturel Réduire les risques d'inondation. Améliorer l'état des raccordements. Réduire les branchements anarchiques.
<b>5.2. Assurer le bon fonctionnement de la STEP</b>	Améliorer le rendement épuratoire. Limiter le nombre de jours de dysfonctionnement. Respect de la capacité de traitement maximale (charge polluante et charge hydraulique).
<b>6. Optimiser la gestion économique et les modalités de financement.</b>	
<b>6.1. Minimiser les coûts du système d'assainissement.</b>	Optimiser les dépenses (étude de scénarios) et réduire les pertes. Réduire les coûts des impacts négatifs sur l'écosystème et sur le développement économique.
<b>6.2. Investir dans les ressources humaines.</b>	Former et impliquer les usagers dans le DD. Améliorer les conditions de travail du personnel (activité culturelles, sportif, loisir...).
<b>6.3. Trouver les modalités de financement et de gestion des SA.</b>	Avoir un financement suffisant par les pouvoirs publique ou d'état. Avoir un système qui s'autofinance (réutilisation des eaux et des boues).
<b>7. Avoir un cadre institutionnel compétant en matière d'assainissement urbain.</b>	
<b>Garantie de gestion plus efficace du SA</b>	Concertation intersectorielle. Adopter le régime concessionnaire
<b>Avoir un personnel compétant et des équipements efficaces.</b>	Exploitation des compétences nationales Solliciter de la compétence étrangère dans le besoin. Collecte et archivage de l'information.
<b>Améliorer la communication avec les usagers.</b>	Encadrement par l'éducation, la sensibilisation et l'incitation. Améliorer le service des ressources humaines

Tableau II-2 : Propositions d'objectifs et d'action associés pour un DD des systèmes d'assainissement algériens.

## II.4. Conclusion.

Le développement durable, en matière d'assainissement, a également comme objectif la mise en place d'un ensemble d'indicateurs de performance pour le suivi des résultats des services d'assainissement. A l'heure actuelle des connaissances, les priorités et les méthodologies d'évaluation des indicateurs de performances spécifiques pourraient être dégagées. Dans la deuxième partie de ce mémoire, nous allons proposer une méthode d'évaluation de la durabilité d'un système d'assainissement, à partir des objectifs associés au DD des systèmes d'assainissement algériens (tableau 4). Cette évaluation est une première étape vers l'apport de nouvelles connaissances, elle permet aussi de comparer les résultats d'une évaluation à des références et à enrichir les connaissances.

Dans le cadre de notre projet nous allons traiter deux objectifs : le premier est lié à l'environnement du système, tandis que le deuxième étudie son fonctionnement (objectif n° 1 et 5 dans le tableau 4). Le choix est fait sur ces deux objectifs du fait que l'évaluation de leurs critères sont très dépendants les uns aux autres et aussi par rapport à l'objet de ce mémoire de magistère. Les autres objectifs seront traités dans le cadre d'une autre étude.

## **CHAPITRE III**

---

### ***Méthodologie d'évaluation de la durabilité des systèmes d'assainissement (Aspect : qualité de l'environnement et fonctionnement du SA)***

*La méthodologie élaborée au cours de ce mémoire, permet une interprétation des données brutes à des connaissances bien concises concernant le système d'assainissement. Elle sera le coeur de l'outil d'aide à la décision élaboré dans la suite de cette étude, pour l'évaluation de la durabilité des systèmes d'assainissement.*

#### **III.1. Introduction.**

Nous développerons dans ce chapitre l'essentiel des indicateurs et des critères déjà construits pour les deux objectifs retenus au cours de cette étude. Nous allons rapporter quelques méthodes d'évaluation pour chaque critère, proposées par différents auteurs ou organismes de recherches. Concernant le mode d'évaluation des indicateurs physicochimiques (mesure et modèles), nous citerons uniquement les méthodes d'analyse, par contre nous avons consacré une annexe pour développer ces méthodes ainsi que les modèles d'impacts. Le calcul de la performance de chaque indicateur sera aussi développé, en faisant référence aux fonctions mathématiques, base de données ou bien à des avis d'experts. Ensuite, nous allons proposer une méthode d'évaluation de la durabilité des systèmes d'assainissement basée sur la notion d'indicateur de performance. Cette méthode permet de transmettre aux gestionnaires et aux décideurs des informations, concernant le système d'assainissement, sous forme condensée et compréhensible. L'objectif de cette partie est de fournir les éléments et les moyens nécessaires pour le passage à partir des données brutes à des performances concernant les composants du système d'assainissement. La modélisation de la performance des critères est faite via une agrégation des performances des indicateurs, basée sur la méthode de la somme pondérée que nous allons décrire par la suite.



## III.2. Analyse des objectifs et des critères retenus.

Les objectifs retenus découlent d'une bonne partie de la problématique de l'assainissement urbain dans le cas des villes algériennes, traité dans le chapitre précédent. Ces objectifs sont généralement associés au développement durable des systèmes d'assainissement. Ils constituent les indices permettant d'apprécier et d'évaluer la durabilité d'un système d'assainissement et de choisir le système le plus durable :

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

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 critères construits en agrégeant des indicateurs. Nous proposons ici de présenter en revue les sept objectifs qui ont été retenus (figure III-1).

Dans le cadre de ce mémoire, nous avons opté pour une approche descendante pour la définition et la construction des indicateurs de performance. Cette approche consiste à fixer un objectif de développement durable, puis à identifier les sous objectifs qui eux même identifiés par un ensemble de critères, et enfin la définition des indicateurs de performance de chaque critère. Cette approche sera adoptée dans notre projet pour identifier les indicateurs à partir des objectifs. Donc l'approche descendante est une approche de description des objectifs. Cette approche a été choisie, par rapport aux difficultés rencontrées dans la collecte des données de terrain, qui nous permettra d'écarter les indicateurs qui ne sont pas facilement accessibles.

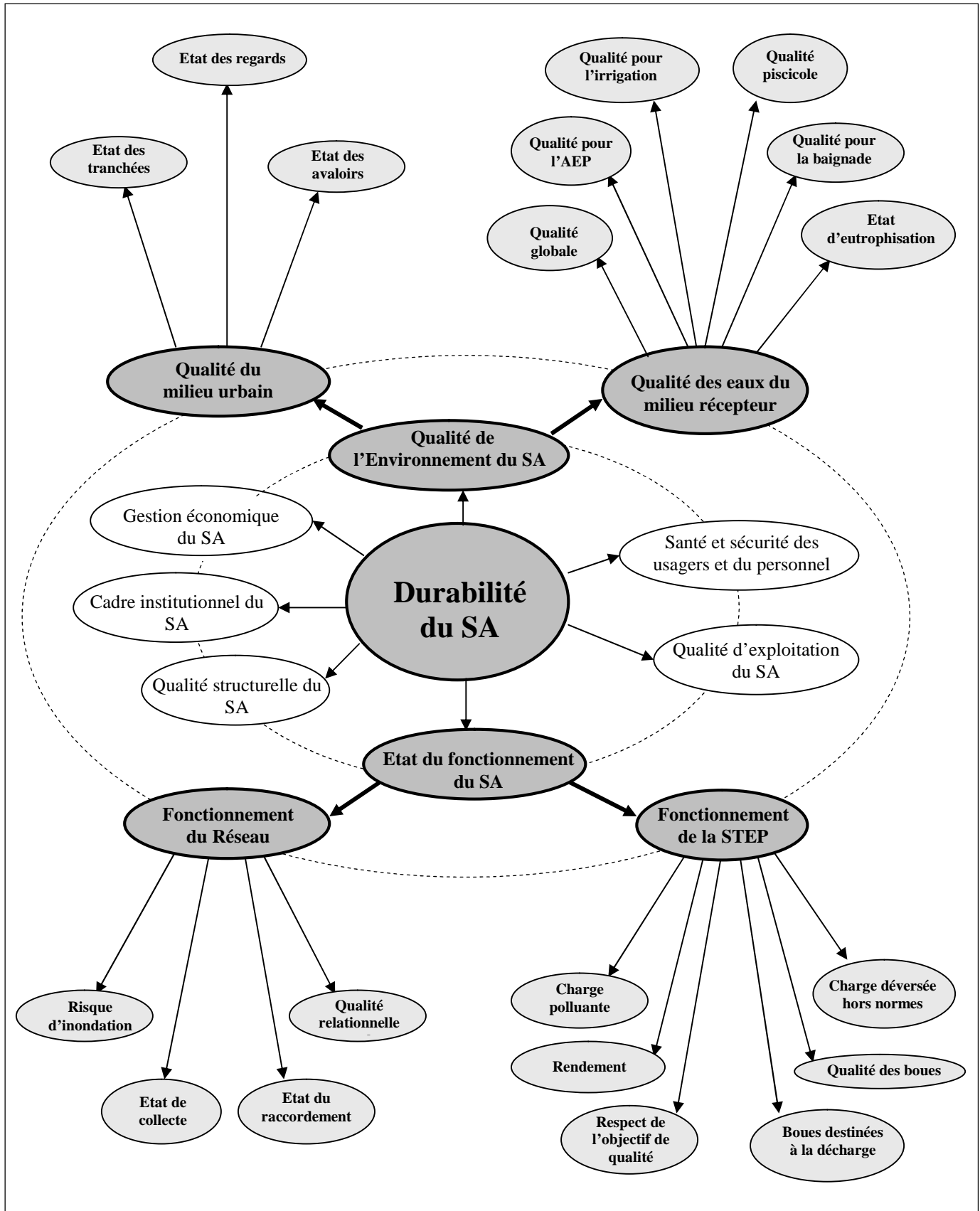


Fig. III-1 : Schéma récapitulatif des objectifs et critères retenus.

**Protéger l'environnement du système d'assainissement (ENVR).**

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 désordres de surface 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.

**Préserver la santé, l'hygiène et la sécurité des usagers et du personnel (SANT).**

La santé et l'hygiène des usagers étaient toujours les préoccupations majeures d'un assainissement urbain durable. Pour cela il faut éliminer ou réduire le maximum possible les cas de contamination par les eaux usées et réduire aussi les cas de nuisances olfactives. Dans cet objectif, 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'informations sur le taux de personnel contaminé et les degrés de protection contre les maladies et les accidents.

**Préserver la qualité structurelle du réseau d'assainissement (STRCT).**

Les composantes physiques d'un réseau d'assainissement sont souvent endommagées par des phénomènes mécaniques ou chimiques comme l'érosion et la corrosion des conduites. Rajoutons à cela les points d'obstruction et les points de surcharges hydrauliques 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'orage et les stations de relevage, qui sont eux aussi souvent le théâtre des dysfonctionnements des systèmes d'assainissement.

**Assurer la qualité d'exploitation du système d'assainissement (EXPL).**

Une bonne exploitation du système d'assainissement est assurée par des opérations d'entretien et de curage du réseau et des campagnes d'inspection plus particulièrement dans les parties sensibles du réseau (points noirs). Cet objectif regroupe des 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.

**Assurer le bon fonctionnement du système d'assainissement (FONCT).**

Nous proposons de traiter cet objectif par rapport au réseau de collecte et à la station d'épuration. L'évaluation de la qualité du fonctionnement de la station d'épuration se fait à partir de l'évaluation de la qualité des effluents rejetés 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 des rejets de la STEP). Tandis que l'évaluation de la qualité du fonctionnement du réseau se fait à partir des indicateurs qui nous renseignent sur l'état des raccordements et des branchements des abonnées, 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 aussi par sa qualité relationnelle avec les usagers, en recensant le nombre de plaintes déposées et les délais de réponse.

### **Optimiser la gestion économique et les modalités de financement (ECON).**

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 engendré par les rejets urbains sur la qualité des milieux aquatiques. Ce problème peut en poser un autre : celui des pertes dans le secteur du tourisme (baignade, activités nautiques,...etc.) et dans le secteur de la pêche aussi. Le coût et la taille des investissements dans le secteur des ressources humaines sera abordé par ce point, 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'autofinancement comme la réutilisation des eaux usées, la valorisation des boues ou bien par l'adoption de la politique du recouvrement énergétique des stations d'épurations (ex. le biogaz).

### **Avoir un cadre institutionnel compétant en matière d'assainissement urbain (INST).**

Les institutions qui gèrent les systèmes d'assainissement sont souvent pointés par le doigt dans leurs manières de gestion des services de l'assainissement. Cela est dû souvent à l'absence des institutions bien spécialisées que ce soit en terme 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 (système de base données, méthodologie de mesure et de calcul, système d'information géographique,...etc.). Nous proposerons aussi des indicateurs qui évaluent la politique du renouvellement ou de réhabilitation du réseau et le fonctionnement des stations d'épuration.

Au cours de ce mémoire, nous allons traiter quatre sous objectifs qui découlent des deux objectifs retenus, présentés dans le tableau III-1 :

<b>Objectifs</b>	<b>Sous objectifs</b>
<b>ENVR</b> : Protéger l'environnement du système d'assainissement	<b>QMR</b> : Préserver la qualité des eaux du milieu récepteur
	<b>QMU</b> : Préserver la qualité du milieu urbain
<b>FONCT</b> : Assurer le bon fonctionnement du système d'assainissement	<b>FSTEP</b> : Assurer le bon fonctionnement de la STEP
	<b>FRES</b> : Assurer le bon fonctionnement du réseau

**Tableau III-1 : Les sous objectifs traités au cours de ce mémoire.**

### III.2.1. Objectif « Protéger l'environnement du SA ».

Dans le tableau III-2, les critères sont classés selon les deux sous objectifs liées au milieu récepteur des eaux usées et le milieu urbain du système d'assainissement :

Objectif	Sous objectifs	Critères
<b>ENVR</b>	<b>QMR</b>	C <sub>1</sub> : Qualité globale des eaux
		C <sub>2</sub> : Qualité des eaux pour la production d'eau potable
		C <sub>3</sub> : Qualité des eaux pour l'irrigation
		C <sub>4</sub> : Qualité piscicole des eaux
		C <sub>5</sub> : Etat d'eutrophisation des eaux
		C <sub>6</sub> : Qualité des eaux pour la baignade
	<b>QMU</b>	C <sub>7</sub> : Etat des regards
		C <sub>8</sub> : Etat des avaloirs
		C <sub>9</sub> : Etat des tranchées

Tableau III-2 : Critères pour évaluer l'objectif « ENVR ».

#### III.2.1.1. Sous objectif QMR « Préserver la qualité des eaux du milieu récepteur ».

##### III.2.1.1.1. Critère C<sub>1</sub> « Qualité globale des eaux ».

L'évaluation de la qualité globale des eaux du milieu récepteur peut être établit selon plusieurs aspects (Agences de l'eau françaises, 2001) :

- Caractéristiques de l'eau et des sédiments du milieu récepteur (Température, oxygène, nitrates, phosphates métaux lourds, ....)
- Le développement des végétaux aquatiques
- Le développement de certains petits organismes liés au milieu aquatique, insectes, crustacé, mollusque etc.
- Le développement des poissons, quantité et diversité des peuplements piscicoles.

L'agence nationale des ressources hydriques (ANRH) fait une évaluation globale des eaux superficielles chaque mois, par le biais du réseau national de surveillance. L'évaluation porte sur des mesures de 27 paramètres. Mais, pour l'évaluation de la qualité globale elle ne retient que 8 paramètres classés en 4 types de pollution : pollution organique, pollution minérale, pollution azoté et pollution phosphoré (ANRH, 2001).

D'autres méthodes d'évaluations reposent sur une quantification indépendante des différents types de pollution affectant une eau superficielle, que l'on opère par référence à ses propriétés naturelles et selon une grille de qualité déjà établie (Hadjel. M et al., 2005). C'est une approche écologique basée sur l'appréciation de l'écart existant entre les propriétés physico-chimiques actuelles et naturelles de l'eau.

Dans ce même contexte, l'OMS a établi une évaluation de la qualité globale des milieux aquatiques, basé sur une approche de l'écosystème. Cette approche est définie par des paramètres physiques, chimiques et biologiques (Enderlein, et al., 1996).

En France, le Système d'Evaluation de la Qualité de l'eau (SEQ-Eau) propose une évaluation de la qualité globale selon deux approches, la première approche porte sur des mesures

physico-chimiques définies par des 8 altérations (indicateurs), tandis que la deuxième approche propose une analyse biologique des cours d'eau, via des indices d'estimation de la diversité biologique existante dans les écosystème (indice de poisson, indice diatomées, indice végétaux, ...etc.) (Agences de l'eau Françaises, 2005).

La réglementation algérienne, présentée par le décret exécutif n°93-163 du 10 juillet 1993, a institué un inventaire établissant le degré de pollution des eaux superficielles à l'exclusion des eaux marines. L'article n°3 du même décret exécutif définit les critères selon lesquelles l'inventaire du degré de pollution sera établi. Ces critères portent sur des paramètres physiques, chimiques, biologiques et bactériologiques (Journal Officiel, 1993). Par contre, on constate par la lecture des textes du décret exécutif de 1993 et la loi sur l'eau d'août 2005, l'absence de la définition des concentrations maximales pour la caractérisation de la qualité des eaux superficielles.

### **III.2.1.1.2. Critère C<sub>2</sub> «Qualité des eaux pour la production d'eau potable».**

Ce critère ne s'intéresse pas à la qualité des eaux déjà produites et distribuées par le réseau d'AEP, ça ne concerne que la qualité de l'eau brute qui se trouve à l'état naturelle dans le milieu récepteur. Nous allons concentrer notre analyse sur les paramètres qui ne peuvent pas être éliminés par les modes de traitement disponible actuellement dans les stations de traitement. Ces paramètres sont générés par les rejets urbains ; ils sont néfastes aux milieux aquatiques et à la santé publique (voir § III.3.3.1.1.). En Algérie les eaux superficielles sont très souvent chargées de polluants difficiles à éliminer par les modes de traitement classiques où provoquent des disfonctionnement des installations de stockage ou de distribution, et parfois leurs modes de traitement sont très coûteux (Kadi, 1997).

Selon la directive cadre européenne, les eaux douces superficielles destinées à la consommation humaine sont classées selon leur qualité dans les trois groupes suivants :

- Groupe A1 : nécessite un traitement physique simple et une désinfection ;
- Groupe A2 : nécessite un traitement normal physique, chimique et une désinfection ;
- Groupe A3 : nécessite un traitement physique et chimique poussé, des opérations d'affinage et de désinfection.

Pour les eaux prélevées à partir des rivières ou des barrages, la réglementation algérienne prévoit uniquement des valeurs limites à respecter durant la production et la distribution de l'eau vers les consommateurs, mais elle ne définit pas les concentrations des paramètres qui rentrent dans la qualification d'une eau à la consommation humaine.

### **III.2.1.1.3. Critère C<sub>3</sub> «Qualité des eaux pour l'irrigation ».**

En Algérie, les potentialités de la réutilisation des eaux usées et les exigences de salubrité sont clairement mises en évidence dans le cadre de la modernisation de l'agriculture irriguée. L'irrigation directe à partir des eaux superficielles (issues des eaux de pluie, des rejets domestiques et industriels) sans aucun traitement, est toujours pratiquée en Algérie malgré son interdiction. On estime à 8% les terres irriguées qui reçoivent des eaux non traitées (Hartani, 2004).

En Algérie, la surveillance de la qualité des eaux destinées à l'irrigation est assurée par les deux organismes d'état : l'A.N.R.H. et l'Office Nationale de l'Irrigation et du Drainage (O.N.I.D.) qui est la nouvelle nomination de l'A.G.I.D. L'évaluation de la qualité de l'eau

porte sur l'analyse des paramètres physico-chimiques classiques (DBO5, DCO, MO, O2, NH4, NO2, NO3, PO4).

La FAO exige d'autres paramètres à analyser comme la salinité, l'infiltration, la quantité des ions toxiques (Sodium, chlore, bore) et d'autres paramètres comme le bicarbonate. L'analyse microbiologique permet d'affiner la qualité de l'eau pour éviter les problèmes causés par les microorganismes sur la végétation, le sol et les instruments d'irrigation (FAO, 1994).

D'autres organisations font leur évaluation à la base de la conductivité électrique, qui est une mesure facile à obtenir à l'aide d'appareils peu dispendieux (annexe VIII). Plus il y a de sels dans l'eau plus la conductivité est grande (USDA, 2002) :

- Classe 1 : au dessous de 250  $\mu\text{S}/\text{cm}$  (basse salinité)
- Classe 2 : 250  $\mu\text{S}/\text{cm}$  à 750  $\mu\text{S}/\text{cm}$  (salinité modérée)
- Classe 3 : 750  $\mu\text{S}/\text{cm}$  à 2250  $\mu\text{S}/\text{cm}$  (haute salinité)
- Classe 4 : au dessus de 2250  $\mu\text{S}/\text{cm}$  (très haute salinité)

#### III.2.1.1.4. Critère C<sub>4</sub> « Qualité piscicole des eaux ».

Les organismes aquatiques dépendent pour leur croissance et leur reproduction de la qualité des eaux dans lesquelles ils vivent. En général, cette qualité est déterminée à la base des critères quantitatifs et qualitatifs tels que la présence en quantités suffisantes de certains nutriments, la teneur en oxygène, le pH, la température ou encore, la présence de substances connues pour leur toxicité comme les métaux, les pesticides, les phénols, ... (CIGB, 2001).

Beaucoup de méthodes d'évaluation de la qualité piscicole des milieux aquatiques sont basées sur l'estimation des indicateurs de la qualité biologique. Parmi ces indicateurs les macro invertébrés aquatiques regroupent des espèces qui vivent en permanence dans l'eau, comme les crustacés, les vers, les mollusques... (DRE de la Bretagne, 2001).

Une autre approche est basée sur la pêche aux alevins qui est une nouvelle forme de pêche scientifique. Comme son nom l'indique, elle vise principalement à capturer les jeunes poissons de l'année. Cette approche très spécifique permet d'obtenir des informations nouvelles sur le peuplement en place et sur les caractéristiques du milieu aquatique. Leur étude permet donc de mieux mesurer les différentes formes d'altération des écosystèmes riverains (Hydrosphère-Ecosphères, 2004).

Un autre indice de la qualité des écosystèmes d'eau courante est basé sur les peuplements de poissons : *Indice Poisson* (annexe VIII). Le système de notation est basé sur les caractéristiques représentatives du peuplement observé : sa diversité (nombre d'espèces présentes), sa densité et les caractéristiques écologiques des différentes espèces qui le composent (régime alimentaire, sensibilité ...). Les truites sont un très bon indicateur pour la qualité du cours d'eau. (Observatoire de l'eau Addour, 2002).

L'oxygène dissout est indicateur direct du bon fonctionnement des écosystèmes, c'est un facteur limitant important pour la survie des poissons. Dans les secteurs à très faible teneur en oxygène dissout, les espèces habituelles d'eau propre seront éliminées et remplacées par de grandes densités de population d'espèces tolérantes. Les types de poisson qu'on peut distinguer dans les milieux sont en corrélation étroite avec la teneur d'oxygène, ce qui bien expliqué par l'adapté de Gray en annexe VIII (Gray, 1999).

### III.2.1.1.5. Critère C<sub>5</sub> « Etat d'eutrophisation du milieu récepteur ».

L'eutrophisation est la dégradation particulière de la qualité des eaux superficielles, où l'autoépuration, activée par le brassage continu des eaux (rivière, torrents ...), ne peut s'exercer. Les algues se développent selon le processus de la photosynthèse : c'est le développement durant le jour, par absorption opérée par la chlorophylle, de l'énergie lumineuse et solaire. Les algues, en se décomposant, consomment d'énormes quantités d'oxygène dissout dans l'eau, et par là même, appauvrissent le milieu aquatique.

Les eaux résiduaires d'origines domestique, industrielle ou pluviale, ont très souvent une teneur importante en composés d'azote et de phosphore. L'excès de phosphore constaté dans les eaux de surface provient soit de l'utilisation excessive d'engrais phosphorés soit des pratiques culturales inadaptées, le phosphore provient aussi des rejets domestique (produits de lessives) ; cette voie représente la part la plus importante des apports. Les nitrates proviennent des engrais non assimilés par les végétaux et est alors liée à une fertilisation souvent excessive. La pollution par les nitrates peut aussi être ponctuelle lorsque ceux-ci proviennent du rejet des eaux usées domestiques, agricoles ou industrielles. Elle témoigne alors du manque de performance des ouvrages d'assainissement.

La caractérisation du degré d'eutrophisation des eaux superficielles se fait généralement selon les diagrammes de Vollenweider (annexe VIII), basé sur l'état probabiliste trophique au moyen des paramètres de classification et selon les valeurs seuils du système fixe de classification de l'état trophique développé par l'OCDE en 1982. Ensuite chaque paramètre est représenté selon une échelle de l'état trophique allant de l'état le moins critique à l'état le plus critique (Boucheraï, 1992).

L'observatoire départemental de l'eau (Agences de l'eau Françaises, 2001), et par le moyen du système d'évaluation de la qualité de l'eau (SEQ-Eau), a défini une grille de qualité concernant les paramètres responsables de l'eutrophisation : Nitrate (NO<sub>3</sub>), les phosphates (PO<sub>4</sub>) et le phosphore total (Pt). Pour plus de détails, voir l'annexe I.

Une autre approche du quantification du phénomène de l'eutrophisation développé par l'agence de l'eau de la région Picardie (Agences de l'eau Française, 2001), basée sur la considération à la fois des facteurs à l'origine de l'eutrophisation (phosphore et azote) et les conséquences de ces phénomènes : chlorophylle a qui est indicateur de la quantité du phytoplancton et oxygène dissout dont la sursaturation indique des développements excessifs de végétaux aquatiques de différentes natures (Annexe VIII).

### III.2.1.1.6. Critère C<sub>6</sub> « Qualité acceptable pour la baignade ».

En Algérie, la baignade est une activité de loisir très pratiquée dans de nombreux sites, les endroits préférés restent sur les plages côtières. On peut trouver des endroits fréquentés par les baigneurs à coté des barrages ou des retenues d'eau. Cette activité peut cependant comporter certains risques pour la santé liés notamment à la qualité de l'eau. Celle-ci peut en effet être détériorée du fait de contaminations d'origine microbiologique. Il est donc nécessaire de surveiller la qualité des eaux de baignade.

A l'échelle Européenne (ODE, 2002), la directive Européenne du 8 décembre 1975 a fixé des normes de qualité et des normes d'hygiène et de sécurité applicables aux lieux de baignade. Des analyses courantes portent sur des paramètres microbiologiques et physico-chimiques. Dans le premier cas, on recherche des coliformes (coliformes totaux et *Escherichia Coli*) et



Streptocoques fécaux qui, s'ils ne sont pas pathogènes, sont les indicateurs d'une contamination fécale. Dans le second on procède à une analyse visuelle et olfactive de paramètres tels que la coloration, la présence ou l'absence d'huiles minérales, de substances tensioactives, de phénols, l'odeur et l'on mesure la transparence de l'eau, la température et le pH (Bertrin. V, et al., 2007).

En Algérie, la qualité des eaux pour la baignade (surtout les milieux marins) est contrôlée par les services de la Direction de la Santé et de la Protection Sociale (D.S.P.S.) de chaque Wilaya, qui est attachée au Ministère de la Santé et de la Population. Il y a aussi L'Agence Nationale pour la Protection de l'Environnement (A.N.P.E.) qui est chargée d'effectuer les opérations de surveillance de la qualité des eaux de baignade. Les eaux superficielles comme les rivières et les barrages sont contrôlés par les organismes et les institutions rattachés au Ministère des Ressources en Eau comme les ABH et l'A.N.R.H. (Syad et al., 1998)

A l'OMS, un classement de qualité a été établi (Bartram. J et al, 2000), il porte principalement sur l'analyse des paramètres bactériologiques, parasitaires et physico-chimiques. Les normes présentées par l'OMS sont les mêmes normes exigées par la réglementation algérienne (lois du 10 juillet 1993).

### **III.2.1.2. Sous objectif QMU « Préserver la qualité du milieu urbain ».**

On s'intéresse dans ce sous objectif à la qualité du milieu urbain vis-à-vis du réseau d'assainissement. Il faut prendre en considération les désordres de surfaces engendrés par les systèmes d'assainissement et les perturbations des activités des usagers lors des travaux de réalisation ou de réparation. On entend par désordre de surface, tout ouvrage désordonné, mal façonné, mal dimensionnée ou absence d'ouvrages sur la surface du sol, par rapport aux plans de conception du réseau. Ces ouvrages contiennent :

- Les regards ;
- Les avaloirs ;
- Les tranchées réfectionnées, où sont posées les conduites d'assainissement.

#### **III.2.1.2.1. Critère C<sub>7</sub> « Etat des regards ».**

La présence des regards non apparents posent un problème aux agents d'entretien et d'exploitation du réseau d'assainissement. Un regard sans tampon est un danger pour les piétons et gêne la circulation des véhicules. Ici nous allons aborder deux cas :

- Absence de regards ;
- Regards mal façonnés.

#### **III.2.1.2.2. Critère C<sub>8</sub> « Etat des avaloirs ».**

Les avaloirs servent à collecter les eaux pluviales afin d'éviter la déperdition des eaux sur les sols ou sur les chaussées et d'éviter aussi les inondations. Donc les avaloirs ne doivent pas être bouchés, ils doivent être positionnés à l'exutoire du bassin versant élémentaire associés. Alors, on a abordé les deux points suivants :

- Absence d'avaloirs ;
- Avaloirs mal façonnés.

### III.2.1.2.3. Critère C<sub>9</sub> « Etat des tranchées ».

L'absence de revêtement ou revêtement mal réalisé ainsi que la non évacuation des déblais provoquent plusieurs risques.

- Stagnation des eaux de pluies à l'intérieur des tranchées;
- Dégradation de la conduite par érosion de lit de sable sur lequel elle est posée ;
- Danger pour les piétons ;
- Perturbation de circulation ;
- Augmentation de la concentration des matières en suspension (MES) dans les eaux pluviales, qui provoque la diminution de rendement épuratoire.

### III.2.2. Objectif FONCT « Assurer le bon fonctionnement du système d'assainissement ».

Dans le tableau III-3, les critères sont classés selon les deux sous objectifs liés au fonctionnement de la STEP et celui du réseau.

Objectif	Sous objectifs	Critères
<b>FONCT</b>	<b>FSTEP</b>	C <sub>10</sub> : Charge polluante entrante à la STEP
		C <sub>11</sub> : Rendement épuratoire
		C <sub>12</sub> : La charge déversée hors normes par la STEP
		C <sub>13</sub> : Respect de l'objectif de qualité
		C <sub>14</sub> : La qualité des boues produites pour l'usage agricole
		C <sub>15</sub> : La quantité des boues destinées à la décharge publique
	<b>FRES</b>	C <sub>16</sub> : L'état de collecte
		C <sub>17</sub> : Le risque d'inondation
		C <sub>18</sub> : L'état des raccordements au réseau
		C <sub>19</sub> : La qualité relationnelle avec les usagers.

Tableau III-3 : Critère liés à l'objectif « FONCT ».

#### III.2.2.1. Sous objectif FSTEP « Assurer le bon fonctionnement de la STEP ».

##### III.2.2.1.1. Critère C<sub>10</sub> « La charge polluante entrante à la STEP ».

Ce critère permet de vérifier si la charge polluante entrante à la STEP dépasse ou non la capacité maximale de traitement, fournie par les données de conception ou de dimensionnement des ouvrages d'épuration. Ce critère permet dans un autre temps d'éviter les dysfonctionnements liés à la surcharge en pollution et de prévoir la mise en place des ouvrages de protection (bassin de rétention, déversoir ...) en amont de la STEP. Il permet aussi d'éviter les dysfonctionnements résultants des mauvaises prises en charge de la STEP (sous chargement).

##### III.2.2.1.2. Critère C<sub>11</sub> « Le rendement épuratoire ».

Le calcul du rendement épuratoire d'une station d'épuration que nous allons proposer, permet d'évaluer la performance de celle-ci sans tenir compte de la sensibilité du milieu récepteur (aquatique), puisque nous avons déjà proposé un critère pour vérifier si les rejets de la STEP respectent ou non l'objectif de qualité.

### III.2.2.1.3. Critère C<sub>12</sub> « Charge déversée hors normes par la STEP ».

La charge polluante déversée hors normes, par les rejets de la STEP, est le résultat d'un dysfonctionnement de cette dernière. Les types de dysfonctionnement dépendent bien du mode de traitement utilisé (boues activées, lagunage naturel, lagunage aéré, ...etc.). A titre d'exemple, pour une station qui utilise le lagunage naturel, nous aurons à faire à des problèmes d'envasement, la présence des eaux claires parasites, à l'arrivée des effluents non domestiques ou bien à des problèmes liés à la mauvaise exploitation. Un dysfonctionnement dans le procédé de traitement peut provoquer soit un arrêt total de la station d'épuration. Dans ce cas là, les effluents arrivant à la station sont rejetés directement dans le milieu récepteur sans aucun traitement. Ou bien, un dysfonctionnement peut être représenté par un dépassement des normes de rejets par les matières polluantes dans les eaux réceptrices pour une durée de temps et un débit connus.

### III.2.2.1.4. Critère C<sub>13</sub> « Respect de l'objectif de qualité ».

L'impact des rejets de la station d'épuration sur le milieu naturel dépend bien de la qualité des rejets, mais aussi du milieu récepteur lui-même (tolérance et capacité d'auto-épuration). Néanmoins, le milieu aquatique est un système complexe d'être vivant, dans lequel il faut connaître à partir de quel moment nous considérons qu'il y a un effet du rejet sur le milieu récepteur et si cet effet est positif ou négatif. C'est la réponse que nous allons rapporter par ce critère pour répondre à ces questions, même si ça reste une réponse partielle, nous allons présenter une approche basée sur les usages souhaités de l'eau, ce qui a donné naissance des normes (notion d'objectif de qualité). Donc le but principal de ce critère est de vérifier si les rejets de la station d'épuration respectent l'objectif de qualité défini par les normes.

### III.2.2.1.5. Critère C<sub>14</sub> « La qualité des boues pour l'usage agricole ».

Généralement les boues issues de la station d'épuration sont destinées soit à l'incinération, soit à la mise en décharge ou bien à l'utilisation agricole après un traitement spécifique. L'incinération est appliquée à des boues auto-combustibles ce qui ne nécessite pas un apport d'énergie, donc c'est une solution très économique. Les boues destinées à la mise en décharge doivent être stables et pelletables. Ces deux opérations nécessitent des processus chimiques et de déshydratation pour arriver à un séchage complet des boues, ce qui est peu économique. Dans notre étude, nous allons nous intéresser à évaluer la qualité d'une boue par rapport à sa valeur agricole ; c'est-à-dire nous essayons de trouver des indicateurs qui permettent de qualifier la qualité d'une boue destinée à l'utilisation agricole. Ce critère permet aussi d'évaluer la rentabilité d'une station d'épuration à partir de la réutilisation des boues pour les besoins agricoles. Ces détails seront abordés dans l'objectif lié à la gestion économique et le financement du système d'assainissement (ECON).

### III.2.2.1.6. Critère C<sub>15</sub> « La quantité de boue destinée à la décharge publique ».

Pour qu'une boue soit facilement transportée à la décharge publique, il est préférable qu'elle soit stable et déshydratée. La stabilité est obtenue par un traitement chimique. La déshydratation est effectuée par un séchage thermique ou par l'utilisation des filtres. Par contre, l'envoi en décharge des boues issues d'un séchage naturel est déconseillé car les boues sont trop liquides. Donc cet indicateur est appliqué sur des boues bien sèches et mûres. Cela est vérifiable par le calcul du taux d'humidité de la boue.

D'autre part, Il faut signaler aussi que ce critère est appliqué sur des boues évacuées selon un mode de traitement conforme à la réglementation. En Algérie, la réglementation adoptée est celle obtenu par les normes internationales, et selon lesquelles, la plus part des stations d'épuration à l'échelle nationale sont confrontées. Cette exigence rend possible une éventuelle comparaison entre les impacts de plusieurs types de boues issues de différents agglomérations ou de réseaux d'assainissement.

### **III.2.2.2. Sous objectif SO<sub>2</sub> « Assurer le bon fonctionnement du réseau d'assainissement ».**

#### **III.2.2.2.1. Critère C<sub>16</sub> « Etat de collecte ».**

L'état de collecte reflète la quantité de pollution rejetée dans le milieu naturel due au système d'assainissement. L'évaluation de ce critère permet de tenir compte de toutes les pertes du système de collecte. D'un point de vue stratégique, son rôle dans la description de la qualité du milieu naturel est d'agir comme un indicateur de priorité pour le gestionnaire.

L'objectif minimal, d'un système d'assainissement durable, est de ne pas rejeter d'effluents non traités (domestiques ou industriels), par temps sec, dans le milieu récepteur et la mise aux normes de la station d'épuration. Cet objectif est valable pour toutes les tailles des agglomérations et quelque soit la qualité du milieu récepteur. La présence de ces rejets directs provient principalement des dysfonctionnements du réseau. D'une part, sur les réseaux séparatifs, des rejets d'eaux usées domestiques sont parfois constatés aux exutoires de réseaux d'eaux pluviales, à cause de mauvais raccordements. D'autre part, sur les réseaux unitaires, les déversoirs d'orages et la taille de la STEP ont parfois une capacité insuffisante pour recevoir les effluents en temps sec. A partir de ce moment, la fonction de protection des ouvrages assurée par les déversoirs entraîne le déversement des effluents excédentaires dans le milieu récepteur sans aucun traitement.

#### **III.2.2.2.2. Critère C<sub>17</sub> « Le risque d'inondation ».**

Les inondations sont les conséquences du débordement d'un système hydrographique naturel (rivière, fleuve, etc.) ou artificiel (réseau d'assainissement) (Chocat, 1997). Il convient de distinguer les inondations dues au débordement d'un cours d'eau permanent traversant une agglomération, des inondations par ruissellement superficiel urbain. Ces dernières résultent de l'insuffisance du système ayant en charge la collecte, le transport et éventuellement le stockage des eaux pluviales. Les inondations par ruissellement pluvial urbain résultent de deux dysfonctionnements majeurs. Le premier est une insuffisance de la capacité de collecte. Un événement exceptionnellement violent ou une insuffisance des ouvrages d'engouffrement peut être la cause. Le deuxième est une insuffisance de la capacité de transport (et de stockage) qui conduit à un débordement des effluents du réseau. Dans le cadre de notre étude, nous distinguons les inondations liées aux dimensionnements des installations de celles liées aux obstructions des canalisations.

#### **III.2.2.2.3. Critère C<sub>18</sub> « Etat des raccordements au réseau ».**

Connaître l'état du raccordement des abonnés au réseau d'assainissement est un bon indicateur pour apprécier son fonctionnement. Il permet aussi d'apprécier l'état d'équipement de la population et de suivre l'avancement des politiques de raccordement pour les abonnés relevant du service d'assainissement collectif. L'état de raccordement au réseau

d'assainissement dépend de plusieurs facteurs de développement socio-économique qui peuvent influencer directement ou indirectement. Parmi ces facteurs nous pouvons citer par exemple :

- La démographie (la population urbaine, la population rurale) ;
- Paramètres socio-économiques (taux d'accroissement économique, taux d'amélioration du niveau de vie des ménages etc.) ;
- Occupations de l'espace urbain (surface urbanisée : grandes villes, villes moyennes, petits centres etc.) ;
- Les tissus socio-économiques des espaces urbanisés (immeubles, villas, bidonvilles etc.) ;

Pour évaluer ce critère nous avons proposé deux indicateurs de performance. Le premier permet d'estimer le taux de la population raccordée au réseau d'assainissement. Tandis que le deuxième s'intéresse à estimer le taux de branchements anarchiques sur le réseau d'assainissement.

#### **III.2.2.2.4. Critère C<sub>19</sub> « La qualité relationnelle avec les usagers ».**

L'objectif de ce critère est de traduire de manière synthétique le niveau d'insatisfaction des abonnés au service de l'assainissement à partir de la description de la qualité des relations existantes entre les exploitants du réseau d'assainissement et les usagers. Cette qualité est décrite à partir du dénombrement des réclamations déposées par les usagers, ainsi que le respect des délais d'intervention pour répondre aux plaintes des abonnés. Ces informations peuvent bien renseigner sur l'efficacité du service qui s'occupe du traitement des plaintes et de l'exécution des interventions sur le terrain.

### III.3. Construction des indicateurs de performance.

#### III.3.1. Démarche de construction d'un indicateur.

La démarche utilisée repose sur la logique suivante :

- 1) Fixer un objectif
- 2) Définir, pour chaque objectif, des sous objectifs
- 3) Identification, pour chaque sous objectif, des critères éventuels pouvant contribuer à son évaluation
- 4) Identifier, pour chaque critère des indicateurs qui vont contribuer à son évaluation
- 5) Elaborer, pour chaque indicateur, une (ou des) méthode(s) d'évaluation
- 6) Définition des méthodes d'appréciation de la performance de l'indicateur (normes, fonctions, base de données...).

Les modes d'évaluation des indicateurs peuvent être :

- Quantitatif : mesures directes ou par modélisation
- Qualitatif : une appréciation telle que bon, moyen, mauvais
- Binaire : présente ou ne présente pas la performance

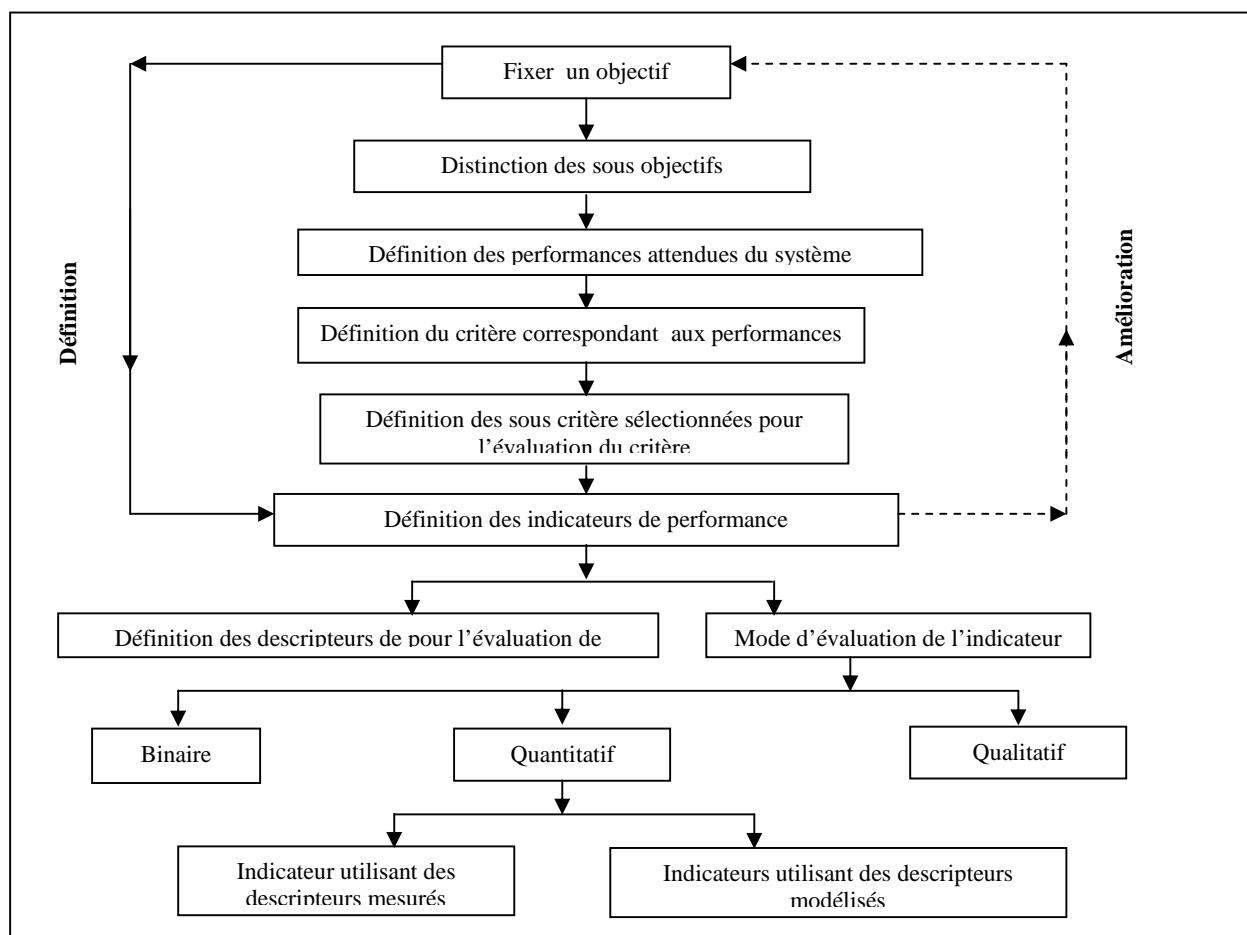


Fig. III-2 : Démarche adoptée pour la construction des indicateurs de performance.

### III.3.2. Les critères de sélection des indicateurs.

Sur la base des analyses précédentes et des travaux de (Labouze, 1995), l'IFEN (Weber et Lavoux, 1994) et de (l'OCDE, 1993), les critères suivants ont été retenus :

#### Pertinence :

- ▀ Pertinence/besoin : les indicateurs doivent fournir une information répondant à un besoin du/des parties intéressées. La mesure doit avoir un lien avec le résultat visé ;
- ▀ Objectivité : il doit avoir un lien avec les indicateurs et l'atteinte des objectifs de la commune. Chaque indicateur doit être lié à un objectif auquel il se compare ;
- ▀ Lisibilité : simplicité d'interprétation et de compréhension, non – ambiguïté ;

#### Justesse d'analyse :

- ▀ Représentativité : représentation fidèle et synthétique de la situation ou du phénomène auquel 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 ;
- ▀ Définition de valeurs de références permettant de situer l'indicateur ;

#### Données :

- ▀ Mesurabilité : accessibilité des données brutes à un rapport coût/bénéfice raisonnable, procédure fiable ;
- ▀ Sensibilité : variation de l'indicateur pour une faible variation du phénomène observé et avec un temps de réponse acceptable ;
- ▀ Précision : marge d'erreur acceptable.

Dans la réalité, 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.

En outre, durant la sélection des indicateurs de performance, nous étions en contact avec la direction de l'ONA (unité de Jijel) afin de pouvoir mettre l'accent sur des indicateurs évaluables par le gestionnaire du réseau d'assainissement, dans le cas de l'Algérie. Un complément d'information a été fourni par le groupe SCE, dans le but d'acquiescer le maximum de données sur le réseau.

### III.3.3. Présentation synthétique des indicateurs de performance retenus.

Les tableaux III-4 et III-5 présentent les différents indicateurs construits et retenus. Nous les décrivons plus en détails dans le paragraphe III.3.4.

Objectif (s)	Sous objectif (s)	Critère (s)	Altérations	Indicateur (s) de performance	Unité	
<b>Protéger l'environnement du système d'assainissement</b>	Préserver la qualité des eaux du milieu récepteur	C <sub>1</sub> : Qualité globale des eaux du milieu récepteur	Matières oxydables	O <sub>2</sub> , saturation O <sub>2</sub> (%)	mg/l,	
			Matières organiques	DBO5, DCO	mg/l	
			Matières azotées	NH <sub>4</sub> , NO <sub>2</sub> , NO <sub>3</sub>	mg/l	
			Matières phosphorées	PO <sub>4</sub>	mg/l	
			Matières en suspension	MES	mg/l	
		C <sub>2</sub> : Qualité des eaux du milieu récepteur pour la production des eaux potable	Les sels dissous	Chlorure, sulfates, sodium	mg/l	
			Matières azotées	Nitrates, ammonium	mg/l	
			Les phénols	Indice de phénol	mg/l	
			Les métaux lourds	Cd, Cr, Hg, Pb	µg/l	
			Les pesticides	Les pesticides	mg/l	
			Paramètres bactériologiques	Coliformes fécaux, E.coli	U/100 ml	
		C <sub>3</sub> : Qualité des eaux du milieu récepteur pour l'irrigation	Les sels dissous	Résidu sec, chlorure	mg/l	
			Paramètres bactériologiques	Coliformes fécaux, E.coli	U/100 ml	
			Les métaux lourds	Ar, Cd, Cr, Ni, Pb, Ni	µg/l	
		C <sub>4</sub> : Qualité piscicole des eaux du milieu récepteur	Indice de poisson	Indice de poisson	-	
			L'oxygène dissous	O <sub>2</sub>	mg/l	
			Matières organiques	DBO5	mg/l	
			Matières azotées	NH <sub>4</sub> , NO <sub>2</sub> , NO <sub>3</sub>	mg/l	
			Matières phosphorées	Pt	mg/l	
			Chlorophylle	Chlorophylle	mg/m <sup>3</sup>	
			Les sels dissous	Ca, pH	mg/l	
			Métaux lourds	Hg, Pb, Cu, Zi	µg/l	
		C <sub>5</sub> : Qualité des eaux du milieu récepteur pour la baignade	Paramètres bactériologiques	Coliformes totaux, E.coli, Streptocoques	U/100 ml	
			Les mousses	Les mousses	mg/l	
			Les phénols	Indice de phénol	mg/l	
	Les huiles minérales		Les huiles minérales	mg/l		
	C <sub>6</sub> : Etat d'eutrophisation des eaux du milieu récepteur	Matières azotées	NO <sub>3</sub> , NO <sub>2</sub> , NKJ, NH <sub>4</sub>	mg/l		
		Matières phosphorées	PO <sub>4</sub> , Pt	mg/l		
		Chlorophylle	Chlorophylle	mg/m <sup>3</sup>		
		<b>Sous objectif (s)</b>	<b>Critère (s)</b>		<b>Indicateur (s) de performance</b>	<b>Unités</b>
	Préserver la qualité de l'environnement urbain	C <sub>7</sub> : Etat des regards		Taux de regards absents	%	
				Taux de regards mal façonnés	%	
		C <sub>8</sub> : Etat des avaloires		Taux d'avaloirs absents	%	
			Taux d'avaloirs mal façonnés	%		
C <sub>9</sub> : Etat des tranchées			Taux de tranchées non revêtues	%		
			Taux de tranchées mal revêtues	%		

Tableau III-4 : Résumé des indicateurs de performance pour l'objectif « ENVR ».



Objectif (s)	Sous objectif (s)	Critère (s)	Indicateur (s) de performance	Unité
<b>Assurer le bon fonctionnement du système d'assainissement</b>	Assurer le bon fonctionnement de la STEP	C <sub>10</sub> : La charge polluante entrante à la STEP	Taux de pollution entrante à la STEP	%
		C <sub>11</sub> : Le rendement épuratoire de la STEP.	Rendement en DBO <sub>5</sub> , DCO, MES, Nt et Pt.	%
		C <sub>12</sub> : Charge polluante déversée hors normes	Nombre de jours de dépassement des normes pour chaque paramètre.	j/an
			Charge massique (hors normes) déversé durant les jours de dysfonctionnement.	Kg/an
		C <sub>13</sub> : respect de l'objectif de qualité par les rejets de la STEP.	Respect de l'objectif de qualité pour les paramètres de pollution : MES, DBO <sub>5</sub> , DCO, Nt et Pt.	Oui/non
		C <sub>14</sub> : La qualité de la boue produite par la STEP pour l'usage agricole.	Indicateurs de matière organique (DBO <sub>5</sub> et DCO).	% de M.S
			Indicateurs des éléments fertilisants (N, P, K, Ca, Mn).	
	Indicateurs de matières indésirables (Cu, Zn, Fe, Mg).			
	C <sub>15</sub> : La quantité des boues destinées à la décharge publique.	Taux des boues produites par habitant, destinées à la décharge publique.	Kg/an/hab	
	Assurer le bon fonctionnement du réseau d'assainissement	C <sub>16</sub> : Etat de collecte	Taux des rejets directs.	m <sup>3</sup> /hab/an
			Taux de collecte d'eaux usées	%
			Taux de fuites	Nbr/km
		C <sub>17</sub> : Risque d'inondation	Taux de surfaces inondées.	%
			Taux de débordements.	%
		C <sub>17</sub> : Etat de raccordement au réseau.	Taux de la population raccordé au réseau d'assainissement.	%
Taux de branchement anarchiques.			%	
C <sub>19</sub> : La qualité relationnelle avec les usagers.		Nombre de plainte par an.	Nbr/an	
		Taux de plainte traitée par an.	%/an	
	Délai moyen de réponse à une plainte durant une période d'un an.	jours		

Tableau III-5 : Résumé des indicateurs de performance pour l'objectif « FONCT ».

### III.3.4. Description des indicateurs de performance retenus.

Dans la suite de cette partie, les indicateurs sont signalés dans la marge par le symbole suivant :



#### III.3.4.1. Sous objectif « Qualité des eaux du milieu récepteur ».

##### III.3.4.1.1. Définition des indicateurs de performance.



##### Les indicateurs de performance pour évaluer la qualité globale.

Selon la Directive Cadre Européenne et les recommandations internationales de l'OMS, la qualité globale est déterminée via une combinaison des caractéristiques physico-chimiques prenant en compte les indicateurs les plus pertinents (Tableau III-6).

Altérations	Effets	Indicateurs de performance
<b>Matières organiques</b>	Consomment l'oxygène de l'eau	DBO <sub>5</sub> , DCO
<b>Oxygène dissous</b>	Maintient l'équilibre du milieu aquatique	O <sub>2</sub> %
<b>Matières azotées</b>	Contribuent à la prolifération d'algues et peuvent être toxiques (NO <sub>2</sub> -). Gênent la production d'eau potable	NO <sub>2</sub> <sup>-</sup> , NH <sub>4</sub> <sup>+</sup> NO <sub>3</sub> <sup>-</sup>
<b>Matières phosphorées</b>	Provoquent les proliférations d'algues	PO <sub>4</sub>
<b>Matières en suspensions</b>	Troublent l'eau et gênent la pénétration de la lumière	MES

Tableau III-6 : Indicateurs pour évaluer la qualité globale (Agence de l'eau Française, 2005).



##### Indicateurs de performance pour évaluer la qualité des eaux destinées à la production d'eau potable.

L'analyse des paramètres physico-chimique fait connaître les emplois auxquels convient une eau donnée, comme les besoins ménagers (eau de cuisson ou de lavage...), elle décèle les eaux qui risquent d'exercer une action chimique sur les canalisations, elle facilite la mise au point des traitements qui supprimeront les inconvénients révélés. L'examen bactériologique permet d'établir les caractéristiques du traitement à lui faire subir.

Indicateurs de performance	Effets sur la santé publique et les installations de traitement
<b>Indicateurs de salinité</b>	
Chlorures (Cl)	Lésion des reins et du foie, Troubles respiratoires, substance cancérigène.
Sulfates (SO <sub>4</sub> )	Diarrhées et Agression de la flore intestinale.
Sodium (Na)	Nécessaire pour l'organisme humain, mais en trop peut endommager les reins et augmenter les risques d'hypertension.
<b>Indicateurs de substances indésirables</b>	
Nitrates (NO <sub>3</sub> )	Cancer gastrique, Cyanose, infertilité, Hypertension, substance cancérigène.
Ammonium (NH <sub>4</sub> )	Corrosion des installations, il diminue l'efficacité du traitement de désinfection puisqu'il réagit avec le chlore.
Phénols (C <sub>6</sub> H <sub>5</sub> OH)	Corrosif pour le tissu et nuisible pour le système nerveux.
<b>Indicateurs de substances toxiques</b>	
Cadmium (Cd)	Il a des conséquences sur l'appareil digestif, les poumons et surtout les reins.
Chrome (Cr)	Lésion des reins; Substance cancérigène.
Mercure (Hg)	Il s'attaque aux systèmes nerveux et les reins, les enfants et les fœtus sont très sensibles à sa présence.
Plomb (Pb)	Il provoque du saturnisme chez les enfants (troubles de croissance) et des troubles de la reproduction et des insuffisances rénales chez les adultes.
Pesticides	Provoquent des troubles nerveux, digestifs et musculaires et génèrent des problèmes d'odeur et de goût des eaux potables.
<b>Indicateurs bactériologiques</b>	
Coliformes thermotolérants	Infection des voies respiratoires et génito-urinaires.
Streptocoques fécaux	

Tableau III-7 : Indicateurs pour évaluer la qualité des eaux destinées à la consommation humaine.

### IP ⊕ Indicateurs de performance pour évaluer la qualité des eaux pour l'irrigation.

La qualité de l'eau d'irrigation peut être déterminée par les analyses physicochimiques faite en laboratoire. D'autres analyses microbiologiques seront indispensables pour éliminer ces matières dangereuses.

Indicateurs de performance	Effets sur l'irrigation, la végétation et le sol
<b>Matières en suspensions</b>	Des mesures de particules en suspension peuvent être liées à la pollution microbienne, elle peut interférer la désinfection, obstruer les systèmes d'irrigation et provoquer des dépôts.
<b>Matière organique : DBO<sub>5</sub>, DCO</b>	La matière organique favorise la croissance microbienne et le développement bactérien dans les systèmes de distribution.
<b>Coliformes totaux</b>	Risque d'infection due à la présence potentielle des microbes pathogène, peut apporter un bio-encasement des arroseurs et des becs dans le système d'irrigation.
<b>Métaux lourds : Cd, Ni, Hg, Zn, ...etc.</b>	Les éléments spécifiques (Cd, Ni, Hg, Zn, etc...) sont toxique pour les récoltes, et des limites maximum de concentration existent pour l'irrigation. Ces éléments se trouvent dans les effluents domestiques, industriels et les eaux pluviales.
<b>Chlore résiduel</b>	Il est recommandé pour empêcher le développement bactérien ; la quantité excessive de chlore libre peut endommager certaines récoltes sensibles.
<b>Azote et phosphore</b>	Sont des engrais pour l'irrigation, mais peuvent contribuer à la croissance des algues et l'eutrophisation dans les réservoirs de stockage.
<b>Sels solubles : Na, Ca, Mg</b>	Ces sels agissent mutuellement et provoquent des modifications des conditions physiques du sol, comme la diminution de la macroporosité et le taux d'infiltration de l'eau.

Tableau III-8 : Indicateurs de performance pour évaluer la qualité des eaux pour l'irrigation (Lenntech).

### IP ⊕ Indicateurs de performance pour la qualité piscicole.

La qualité piscicole défini les richesses quantitatives et la diversité de l'écosystème. Vu l'absence de la réglementation algérienne en matière de la qualité piscicole des eaux superficielles, nous allons utiliser une caractérisation basée sur l'analyse des paramètres néfaste à la vie et la diversité faunistiques, définis par la réglementation marocaine. (annexe II).

Indicateurs de performance	Effet sur le potentiel piscicole et la santé humaine
<b>Indicateurs physico-chimiques</b>	
DBO <sub>5</sub> , DCO	Consomment de l'oxygène et perturbe le peuplement des poissons.
O <sub>2</sub>	Sa diminution provoque la morts des poisson les plus sensible.
Chlore libre	Provoque une irritation des branchies chez les poissons
Ammonium	En cas d'augmentation du pH, l'ammonium (NH <sub>4</sub> ) se transforme en ammoniac (NH <sub>3</sub> ) et il devient très toxique.
Pesticides	Il se concentrent dans la chaîne alimentaire et contaminent les coquillage et les poissons gras (thon, saumon,...)
Phénols	Il affecte le système respiratoire et nerveux.
Détergents	Responsables des altérations des systèmes de reproducteur des poissons (féminisation des males)
<b>Les métaux lourds</b>	
Manganèse, Mercure, Plomb, Arsenic, Chrome Cadmium, Cuivres, Zinc	L'appareil respiratoire et la peau des poissons sont les principaux systèmes affectés par l'exposition chronique de certains métaux. Chez l'homme, la consommation des poissons affectés par des traces de métaux provoque des infections gastro-intestinales et une perturbation du système nerveux et du système cardio-vasculaire.
<b>Indicateurs bactériologiques</b>	
Coliformes fécaux	Infection des voies respiratoires et génito-urinaires.

Tableau III-9 : Indicateurs pour l'évaluation de la qualité piscicole (RM, 2007).

### IP ⊕ Indicateurs de performance pour évaluer l'état d'eutrophisation.

Les éléments les plus responsables du phénomène d'eutrophisation sont représentés par le tableau III-10 ainsi que leurs effets sur la qualité du milieu aquatique, et les problèmes qu'ils peuvent poser sur les installations de traitement et la qualité des eaux distribuées.

Indicateurs de performance	Effets sur le milieu aquatiques et les usages de l'eau
<b>Paramètres à l'origine de l'eutrophisation (Azote et phosphore)</b>	
Nitrates, Nitrites, Azote Kjeldahl, Phosphore total, Phosphate	Ils provoquent une production végétale excédentaire (phytoplancton) et cause une gêne aux autres algues supérieures (macrophytes).
<b>Paramètres de conséquence de l'eutrophisation</b>	
Chlorophylle total	une coloration des eaux, la présence d'odeurs, une gêne à l'écoulement des eaux, et surtout des mortalités massives de poissons par asphyxie.
Diminution d'Oxygène dissout	

**Tableau III-10 : Indicateurs pour l'évaluation de l'état d'eutrophisation du milieu récepteur.**

### IP ⊕ Indicateurs de performance pour évaluer la qualité des eaux de baignade.

Deux catégories d'indicateurs sont utilisés pour mesurer la qualité des eaux de baignade ; les indicateurs microbiologiques et physico-chimiques (tableau III-11 et III-12). Le risque sanitaire augmente avec le niveau de contamination de l'eau par ces indicateurs de pollution.

Indicateurs de performance	Effets sur les eaux de baignade et la santé publique
<b>Les coliformes totaux</b>	Ils proviennent de l'intestin de l'homme et des animaux ou bien d'origine végétale ou du sol. Ils produisent des acides et du gaz dans l'eau. Ils sont responsables de certaines infections comme la pneumopathie et la méningite.
<b>Les coliformes fécaux</b>	Ce sont des sous groupe des coliformes totaux. Ils fermentent du lactose en produisant des acides et des gaz.
<b>Les streptocoques fécaux</b>	Ils persistent plus longtemps dans le milieu naturel, ils sont d'origines fécales mais pas pathogènes. On les trouve dans les végétaux, les sols et les insectes et même chez les animaux.
<b>Les salmonelles</b>	Elles fermentent du glucose et produisent des acides organiques. Elles sont responsables des fièvres typhoïdes.
<b>Entérovirus</b>	Leur présence provoque des affections neurologiques et des problèmes respiratoire et cardiaque. La réglementation exige leur absence dans 10 L.
<b>Vibron cholérique</b>	Il fermente du glucose, le lactose, fructose sans production de gaz. Il produit de l'indole mais pas de H <sub>2</sub> S. Il cause des affections cholériques et des intoxications alimentaires.

**Tableau III-11 : Paramètres microbiologiques pour caractériser les eaux de baignade (Rodier, 2005).**

Les paramètres physico-chimiques au nombre de 14, les trois principaux représentés dans le tableau III-12, participent dans le calcul du classement des eaux de baignade. Les autres paramètres sont repérables de façon visuelle ou olfactive comme la couleur, les matières flottantes (bois, plastique etc.), les résidus goudronneux et la transparence de l'eau. En fonction des circonstances de terrain, d'autres paramètres peuvent être mesurés comme le PH, les nitrates, les phosphates les chlorophylles ou d'autres micro-polluants.

Indicateurs de performance	Effets sur les eaux de baignade et la santé publique
<b>Les mousses</b>	Provoquent de irritations sur la peau.
<b>Les phénols</b>	Elles proviennent de la pollution industrielle, c'est nocif pour le corps humain
<b>Les huiles minérales</b>	Elles sont insolubles dans l'eau, elles donnent une saveur et une odeur particulière à l'eau.

**Tableau III-12 : Indicateurs pour caractériser les eaux de baignade (Rodier, 2005).**

### III.3.4.1.2. Les méthodes d'évaluation des indicateurs.

Nous présentons dans cette partie les méthodes d'analyse effectuées en laboratoire ou sur terrain, pour évaluer les indicateurs de performance pour caractériser la qualité des eaux du milieu récepteur. L'utilisateur trouvera en annexe IV, sous forme des fiches techniques, quelques méthodes d'analyse. Les modèles d'impact (ou modèles de pollution) qui peuvent se substituer à ces méthodes en cas de manque de données de mesures, sont présentés en annexe III.

Altération (s)	Indicateur (s) de performance	Mode (s) d'évaluation	Méthode (s) d'analyse	unité
Matière organique	DBO <sub>5</sub>	Analyse au laboratoire et Modèle d'impact (voir annexe III et IV).	Méthode électrométrique	mg/l
	DCO		Méthode colorimétrique	mg/l
Oxygène dissous	O <sub>2</sub>		Méthode chimique de Winkler	mg/l
Matière azotée	NO <sub>2</sub> <sup>-</sup>		Chromatographie ionique	mg/l
	NH <sub>4</sub> <sup>+</sup>		Chromatographie ionique	mg/l
	NTK		Méthode colorimétrique	mg/l
	NO <sub>3</sub> <sup>-</sup>		Chromatographie ionique	mg/l
Matières phosphorées	P <sub>t</sub>		Méthode colorimétrique	mg/l
	PO <sub>4</sub> <sup>3-</sup>		Méthode colorimétrique	mg/l
Matières en suspensions	MES		Méthode gravimétrique	mg/l
pH	pH	Analyse au labo	Méthode électrométrique	-
Température	T	Mesure sur site	Thermomètre	°C
Métaux lourds	Cd, Ni, Ar, Hg, Al, Cr, Pb, Zn, Cu, Mn	Analyse au laboratoire	Méthode par spectrophotométrie	µg/l
Paramètres de salinité	Chlorure (Cl)		Chromatographie ionique	mg/l
	Sulfates (SO <sub>4</sub> )		Chromatographie ionique	mg/l
	Sodium (Na)		Chromatographie ionique	mg/l
	Conductivité (CE)		Méthode électrométrique	µS/cm
Infiltration	SAR	Méthode graphique	Diagramme réversible	-
Phénols	C <sub>6</sub> H <sub>5</sub> OH	Analyse au laboratoire	Méthode colorimétrique	mg/l
Huiles et graisses	-		-	mg/l
Les mousses	-		-	mg/l
Pesticides	-		Chromatographie	µg/l
Paramètres bactériologiques	Coliformes thermotolérants		Filtration sur membrane	U/100 ml
	Streptocoques fécaux		Filtration sur membrane	U/100 ml
	Coliformes fécaux		Filtration sur membrane	U/100ml
	Les coliformes totaux		Filtration sur membrane	U/100ml
Paramètres microbiologiques	Les salmonelles	Méthode présence absence	U/100ml	
	Entérovirus	Méthode présence absence	U/100ml	
	Vibron cholérique	Méthode présence absence	U/100ml	
Paramètres résultants de l'eutrophisation	Chlorophyll		Méthode par fluorométrie	mg/l

Tableau III-13 : Mode et méthodes d'évaluation des indicateurs physico-chimiques.

### III.3.4.1.3. Calcul des performances des indicateurs.

A partir des grilles de qualité présentées en annexe I, pour chaque aptitude (usage de l'eau), tous les indicateurs possèdent une note de performance variable entre 0 et 100 (0 et 1 pour notre étude) en fonction de la valeur de l'indicateur (tableau III-14).

Performance	100 - 80	79 - 60	59 - 40	39 - 20	19 - 0
Classe de performance	Très bonne	Bonne	Acceptable	Médiocre	Mauvaise

Tableau III-14 : Les classes de qualité.

Nous supposons que la performance varie d'une manière rectiligne entre chaque deux limites d'une classe de qualité, donc cette performance est déduite à partir de l'équation d'une droite :

$$Y = aX + b$$

Dont  $a$  et  $b$  sont à déterminer pour chaque classe de performance.

La note de performance d'un indicateur mesuré est extrapolée à partir du diagramme de performance propre à cet indicateur. Donc, pour déterminer la performance de tous les indicateurs liés au critère on utilise la formule suivante :

$$PI_i = a_i I_i + b_i$$

Avec :

$PI_i$  : la performance de l'indicateur  $I_i$

$I_i$  : la valeur de l'indicateur (concentration, température ou autre)

$a_i$  et  $b_i$  : coefficients à déterminer pour chaque valeur de l'indicateur.

A titre d'exemple, nous considérons la variation de la  $DBO_5$  pour la grille de la qualité globale, utilisé par les agences de l'eau en Algérie (voir annexe I). Après la définition des équations des droites qui relient les limites de classes de qualité, nous obtiendrons la fonction de performance suivante :

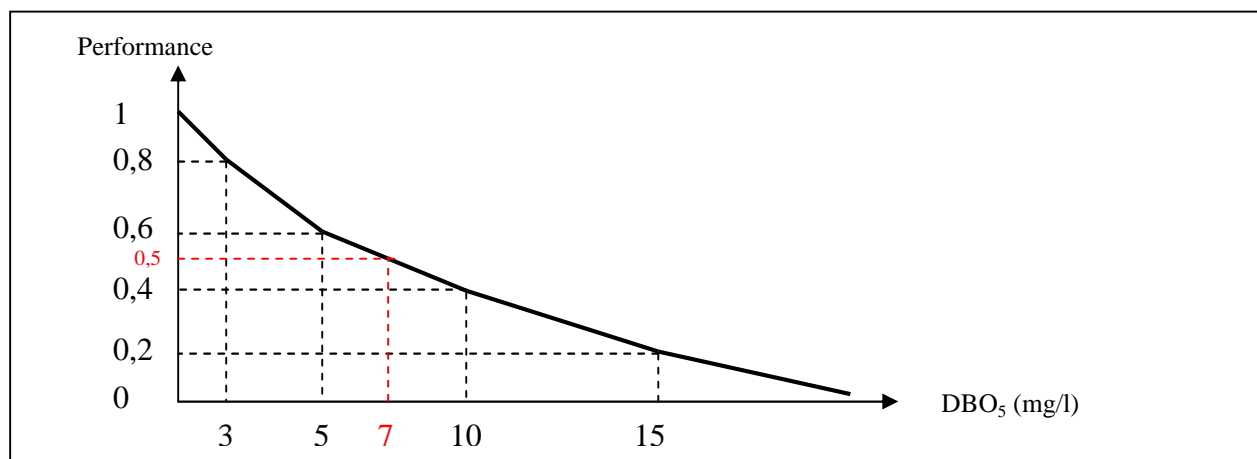


Fig. III-3 : Fonction de performance pour l'indicateurs  $DBO_5$ .

Les fonctions de performance des autres indicateurs, liés à l'évaluation de la qualité des eaux seront élaborées de la même manière. Pour une valeur de  $DBO_5$  mesurée, égale à 7 mg/l, la note de performance correspondante est déterminée soit à partir de l'équation de droite précédente ou bien à partir du graphe de performance. Dans ce cas elle est égale à 0,5.

### III.3.4.2. Sous objectif « Qualité du milieu urbain ».

#### IP ⊕ Taux de regards absents.

##### Définition.

Un regard absent peut être un regard mentionné sur le plan mais il n'est pas apparent sur le terrain (couvert par une couche de bitume, ou par des constructions,...). Ce problème rend le taux de regards directement accessibles pour la gestion quotidienne du réseau très limité. Un regard absent peut être aussi un regard sans tampon, ce qui présente un danger pour la sécurité des usagers (piétons, automobilistes,...).

##### Méthode de calcul.

Le taux de regards absents est le quotient du nombre de regards absents au nombre de regards total, déterminés sur le plan du réseau d'assainissement. Ce taux est calculé suivant la formule suivante :

$$I_{reg}^{abs} = \frac{N_{reg}^{abs}}{N_{reg}^{tot}} \times 100$$

Avec :

$I_{reg}^{abs}$  : Taux de regards absents (%) ;

$N_{reg}^{abs}$  : Nombre de regards absents ;

$N_{reg}^{tot}$  : Nombre de regards existants.

##### Calcul de la performance de l'indicateur.

Vu l'absence des normes qui peuvent qualifier la performance de cet indicateur, nous avons essayé de proposer des classes, à partir des consultations des techniciens de l'ONA et du groupe d'étude SCE.

Performance	Excellente P = 0,8	Bonne P=0,6	Satisfaisante P = 0,4	Médiocre P =0,2	Mauvaise P = 0
Taux de regards absents (%)	0 - 2	2 - 5	5 - 8	8 - 10	> 10

Tableau III-15 : Classes de performance pour l'indicateur  $I_{reg}^{abs}$  « Taux de regards absents »

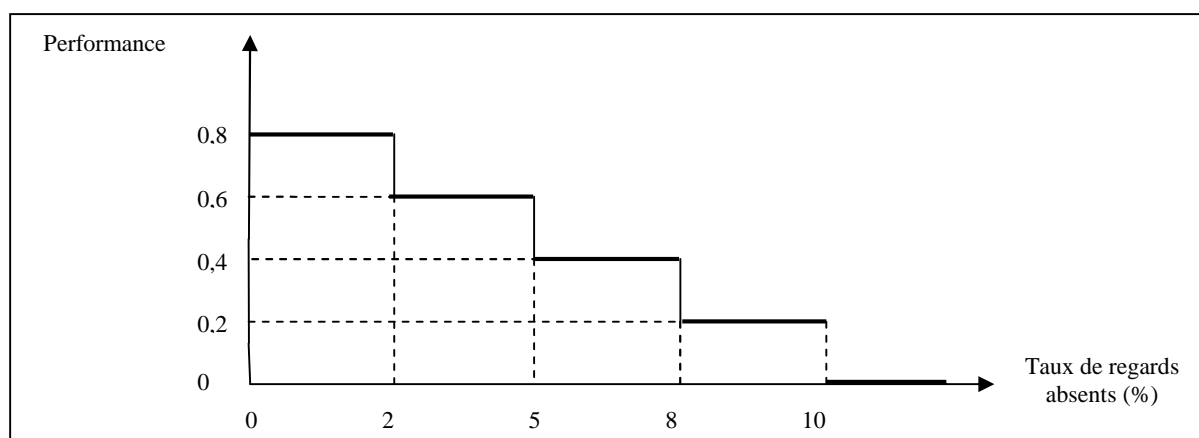


Fig. III-4 : Fonction de Performance de l'indicateur « Taux de regards absents ».

## IP ⊕ Taux de regards mal façonnés.

### Définition.

On entend par regard mal façonné tout regard dont sa côte est plus basse ou plus haute que le niveau de la chaussée. Ce type d'anomalies provoque des désordres de surface dans le milieu urbain et gêne la circulation des véhicules.

### Méthode de calcul.

Le taux de regards mal façonnés est le quotient du nombre de regards mal façonnés au nombre total de regards. Ce taux se calcule suivant la formule suivante :

$$I_{reg}^{malfaç} = \frac{N_{reg}^{malfaç}}{N_{reg}^{tot}} \times 100$$

Avec :

$I_{reg}^{malfaç}$  : Taux de regards mal façonnés (%) ;

$N_{reg}^{malfaç}$  : Nombre de regards mal façonnés ;

$N_{reg}^{tot}$  : Nombre total de regards.

On peut compter le nombre de regards mal façonnés lors de diagnostic de réseau en faisant une visite d'inspection des regards sur le terrain.

### Calcul de la performance.

Selon la littérature consultée, nous n'avons pas trouvé d'échelles de référence qui nous permettent d'évaluer la performance de cet indicateur. Par conséquent, nous proposons l'échelle de performance suivante :

Performance	Excellente P = 0,8	Bonne P = 0,6	Satisfaisante P = 0,4	Médiocre P = 0,2	Très mauvaise P = 0
Taux de regards mal façonnés (%)	0 - 2	2 - 5	5 - 8	8 - 10	> 10

Tableau III-16 : Classes de performance pour l'indicateur « Taux de regards mal façonnés ».

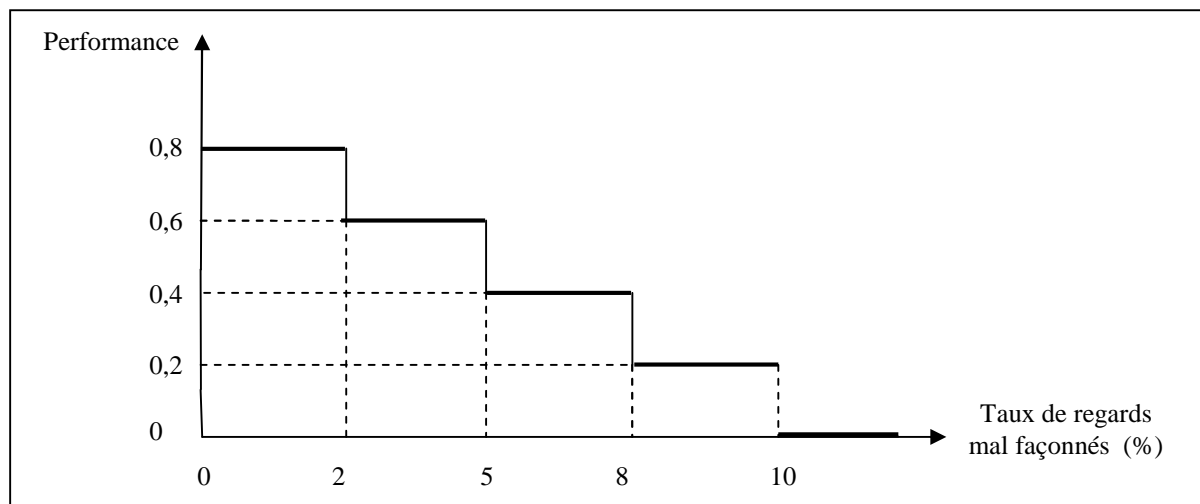


Fig. III-5 : Fonction de performance pour l'indicateur « Taux de regards mal façonnés ».



## IP ⊕ Taux d'avaloirs absents.

### Définition.

On dit qu'un avaloir est absent lorsqu'il n'existe pas de grille ou bien il est bitumé (non apparent). L'absence d'avaloirs se traduit par la non évacuation des eaux, ce qui entraîne la formation de flaques en cas de faibles pluies, qui peuvent s'introduire dans les locaux des usagers et provoquer des pollutions et des désordres de surfaces.

### Méthode de calcul.

Le taux d'avaloirs absents est le quotient du nombre de regards absents au nombre d'avaloirs total. Ce taux se calcule suivant la formule suivante :

$$I_{aval}^{abs} = \frac{N_{aval}^{abs}}{N_{aval}^{tot}} \times 100$$

Avec :

$I_{aval}^{abs}$  : Taux d'avaloirs absents (%) ;

$N_{aval}^{abs}$  : Nombre d'avaloirs absents ;

$N_{aval}^{exist}$  : Nombre d'avaloirs existants.

On peut compter le nombre d'avaloirs existants sur le plan d'assainissement de la ville. Le nombre d'avaloirs absents est déterminé lors de visite sur le terrain en temps de pluies.

### Calcul de la performance de l'indicateur.

Selon la littérature consultée, nous n'avons pas trouvé d'échelles de référence qui nous permettent d'évaluer la performance de cet indicateur. Par conséquent, nous proposons l'échelle de performance suivante :

Performance	Excellente P = 0,8	Bonne P = 0,6	Satisfaisante P = 0,4	Médiocre P = 0,2	Très mauvaise P = 0
Taux d'avaloirs absents (%)	0-1	1-2	2-3	3-4	> 4

Tableau III-17 : Classes de performance pour l'indicateur « Taux d'avaloirs absents ».

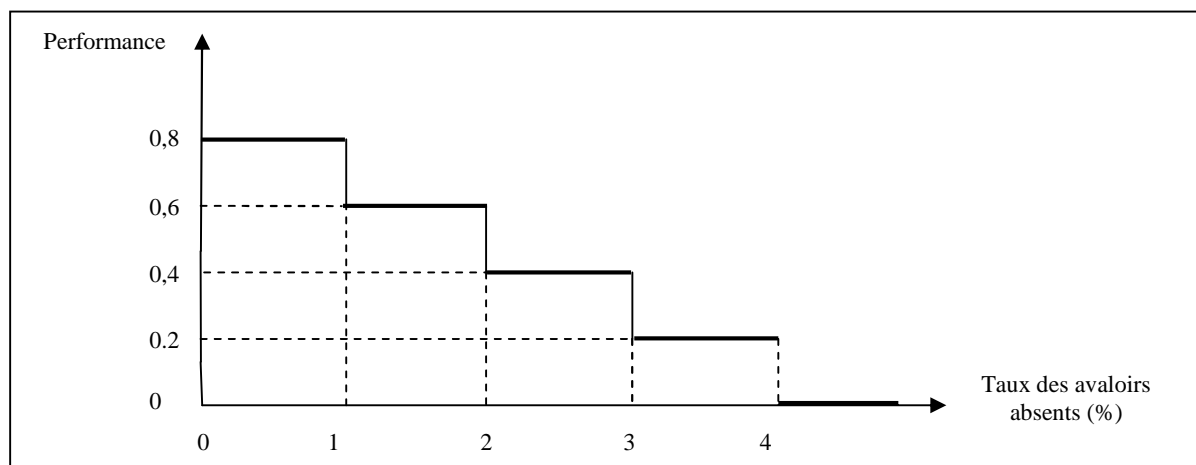


Fig. III-6 : Performance de l'indicateur « Taux d'avaloirs absents ».

## IP $\oplus$ Taux d'avaloirs mal façonnés.

### Définition.

Un avaloir mal façonné est un avaloir dont sa côte est nettement supérieure ou inférieure à la côte de la chaussée. Ce type de malfaçons provoque des dysfonctionnements à l'échelle des ouvrages de collecte (non évacuation des eaux), et présente un danger pour la sécurité des usagers.

### Méthode de calcul.

Le taux d'avaloirs mal façonnés est le quotient de nombre d'avaloirs mal façonnés au nombre total de d'avaloirs. Ce taux se calcule suivant la formule suivante :

$$I_{aval}^{malfaç} = \frac{N_{aval}^{malfaç}}{N_{aval}^{tot}} \times 100$$

Avec :

$I_{aval}^{malfaç}$  : Taux d'avaloirs mal façonnés (%) ;

$N_{aval}^{malfaç}$  : Nombre d'avaloirs mal façonnés ;

$N_{aval}^{tot}$  : nombre total d'avaloirs.

On peut compter le nombre de regards mal façonné lors de diagnostic de réseau en faisant une visite d'inspection sur le terrain.

### Calcul de la performance de l'indicateur.

Selon la littérature consultée, nous n'avons pas trouvé d'échelles de référence qui nous permettent d'évaluer la performance de l'indicateur  $I_{aval}^{malfaç}$  « taux d'avaloirs mal façonnés ». Par conséquent, nous proposons l'échelle de performance suivante :

Performance	Excellente P = 0,8	Bonne P=0,6	Satisfaisante P = 0,4	insuffisante P = 1	mauvaise P = 0
Taux d'avaloirs mal façonnés (%)	0-2	2 - 3	3-4	4-6	> 6

Tableau III-18 : Classes de performance pour l'indicateur « Taux d'avaloirs mal façonnés ».

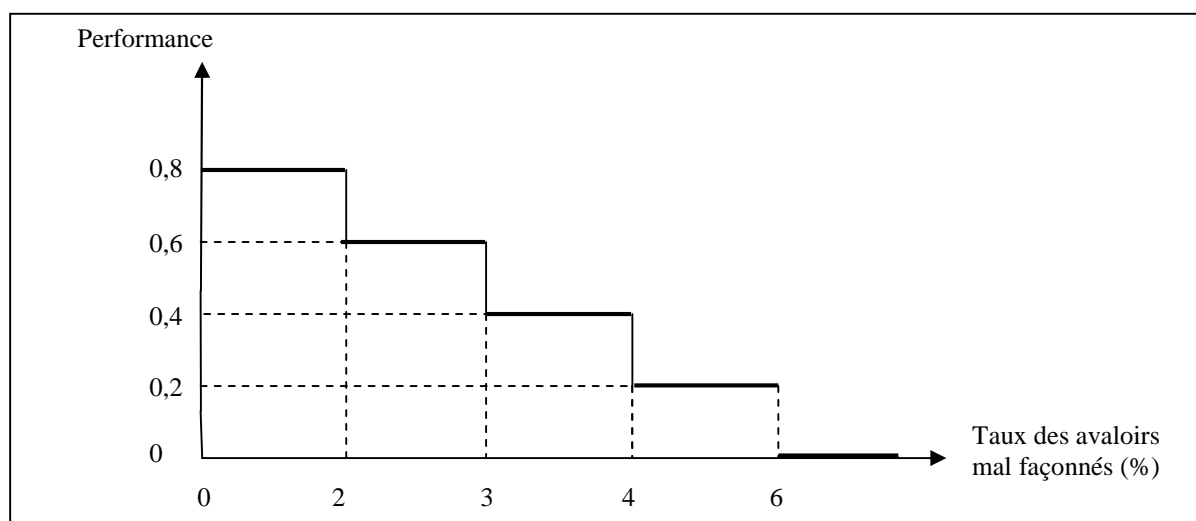


Fig. III-7 : Performance de l'indicateur « Taux d'avaloirs mal façonnés ».

## IP ⊕ Taux des tranchées non revêtues.

### Définition.

Une tranchée non revêtue est une tranchée réfectionnée (après travaux d'intervention ex. réparation de fuite) dont la conduite d'assainissement est uniquement couverte par des couches de terre (remblai), c'est-à-dire qu'il n'y a pas de bitume à la surface de la chaussée. Normalement chaque tranchée ouverte pour réparation ou pour la pose de conduites doit être refermer correctement en compactant le remblais et remettre du bitume, et l'excédent des terres doit être évacuer.

### Méthode de calcul.

Le taux de tranchées non revêtues est le rapport entre la somme des longueurs des tranchées non revêtues à la somme totale des longueurs des tranchées pour assainissement. Ce taux se calcule suivant la formule suivante :

$$I_{tran}^{non-revet} = \frac{\sum L_{tranc}^{non-revét}}{L_{tranc}^{tot}} \times 100$$

Avec :

$I_{tran}^{non-revet}$  : Taux de tranchées non revêtues (%) ;

$L_{tranc}^{non-revet}$  : Longueur de la tranchée non revêtue (km) ;

$L_{tranc}^{tot}$  : Longueur totale des tranchées (km).

### Calcul de la performance de l'indicateur.

On n'a pas trouvé d'échelles de performance qui qualifient cet indicateur, par conséquent on a proposé l'échelle suivante :

Performance	Excellente P = 0,8	Bonne P=0,6	Satisfaisante P = 0,4	insuffisante P = 0,2	mauvaise P = 0
Taux des tranchées non revêtues (%)	0 - 3	3 - 5	5 - 10	10 - 15	> 15

Tableau III-19 : Classes de performance pour l'indicateur « Taux de tranchées non revêtues »

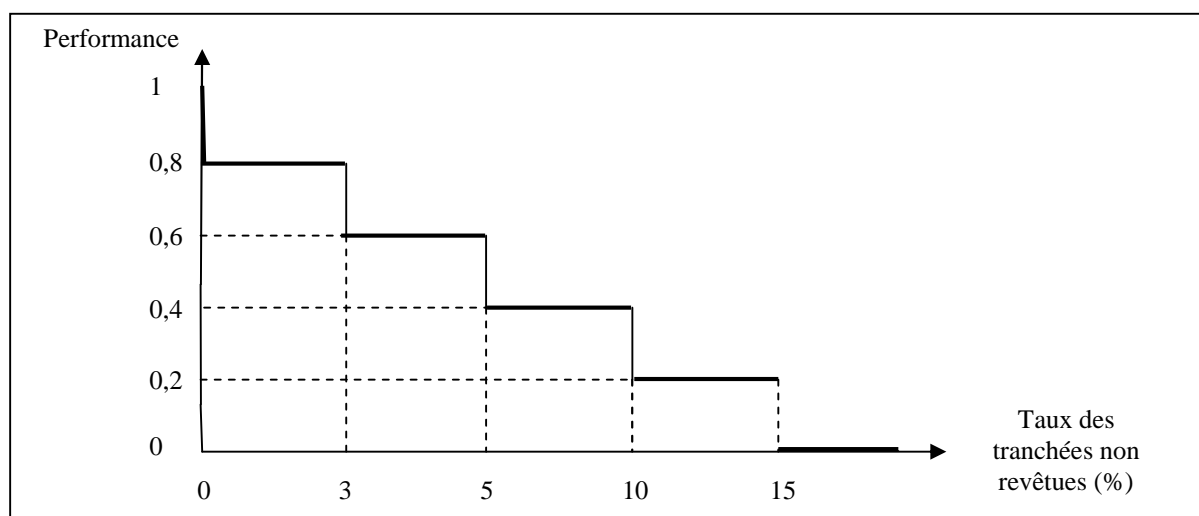


Fig. III-8 : Fonction de performance pour l'indicateur « Taux de tranchées non revêtues ».

## IP Taux de tranchées mal revêtues.

### Définition.

Une tranchée mal revêtue est une tranchée qui a une ou plusieurs des anomalies suivantes :

- Présence d'un creux (cassis) dû au tassement des terres ;
- Présence des bosses ou dos d'âne ;
- Le sol n'a pas pris sa forme initiale (manque de goudronnage, béton, pavés....)

### Méthode de calcul.

Le taux de tranchées mal revêtues est le rapport entre la somme des longueurs des tranchées mal revêtues à la somme totale des longueurs des tranchées réfectionnées le long du réseau d'assainissement. Ce taux se calcule suivant la formule suivante :

$$I_{tran}^{non-revet} = \frac{\sum L_{tranc}^{mal-revét}}{L_{tranc}^{tot}} \times 100$$

Avec :

$I_{tran}^{mal-revet}$  : Taux de tranchées mal revêtues (%) ;

$L_{tranc}^{mal-revet}$  : Longueur de la tranchée mal revêtue (km) ;

$L_{tranc}^{tot}$  : Longueur totale des tranchées (km).

Pour la longueur totale des tranchées on peut l'avoir sur le plan d'assainissement. Pour la longueur des tranchées mal revêtues on la mesure sur le terrain.

### Calcul de la performance de l'indicateur.

Le non revêtement des tranchées est plus risqué que les tranchées mal revêtues, donc ici c'est plus tolérant. On n'a pas trouvé d'échelles de performance qui qualifient cet indicateur, par conséquent, on a proposé l'échelle suivante :

Performance	Excellente P = 0,8	Bonne P=0,6	Satisfaisante P = 0,4	Médiocre P = 0,2	Très mauvaise P = 0
Taux de tranchées mal revêtues (%)	0 - 5	5 - 10	10 - 15	15 - 20	> 20

Tableau III-20 : Classes de performance pour l'indicateur « taux de tranchées mal revêtues »

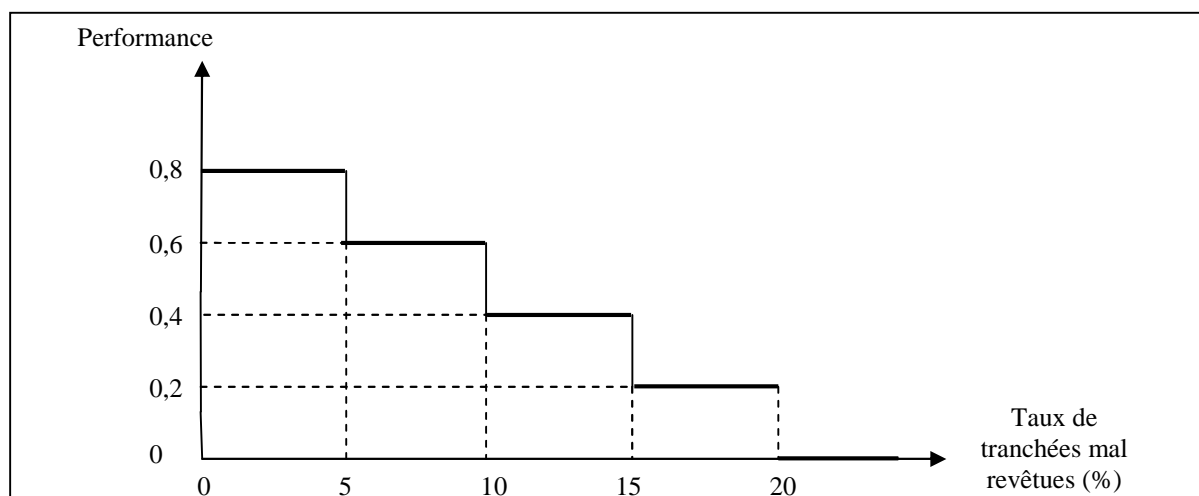


Fig. III-9 : Fonction de performance pour l'indicateur « Taux de tranchées mal revêtues ».

### III.3.4.3. Sous objectif « Fonctionnement de la STEP ».

#### IP ⊕ Taux de pollution entrante à la STEP.

##### Définition.

La quantité de pollution admise en épuration est la quantité de pollution produite par les habitants de la zone d'assainissement collectif et les industriels raccordés, qui est effectivement acheminée à la station d'épuration par le réseau de collecte. Elle peut être exprimée en Kg/jour de MES, de DBO5, de DCO ou du NTK (azote kjeldahl). Néanmoins, au niveau des systèmes d'épuration, l'évaluation de cette quantité de pollution est faite sur la base de la quantité de l'azote Kjeldahl (NTK). Cela est dû au fait que l'azote Kjeldahl ne subit pas de phénomène auto-épuratoire dans le réseau de collecte et qui franchit les équipements de dégrillage en amont du prélèvement en entrée de station d'épuration.

##### Méthode de calcul.

C'est le rapport entre la quantité de pollution produite par le réseau de collecte et la capacité maximale de traitement de la STEP. Ce rapport est calculé pour les paramètres : DBO5, DCO, MES et NTK.

$$T_{\text{Pollution}} = \frac{M_{\text{moy}}}{M_{\text{max}}}$$

Avec :

$T_{\text{pollution}}$  : taux de pollution.

$M_{\text{moy}}$  : charge polluante calculée ou mesurée à l'entrée de la STEP (Kg/j).

$M_{\text{max}}$  : charge polluante maximale (Kg/j).

La charge polluante  $M_{\text{moy}}$  est déterminée à partir de la moyenne des charges polluantes journalières enregistrées sur une période d'évaluation. Elle peut être mesurée sur terrain soit calculée théoriquement à partir des ratios de production.

##### 1. Cas des mesures.

Dans le cas où des mesures sont effectuées en amont de la STEP, la charge polluante est la moyenne des mesures enregistrées sur la période d'évaluation (ex. un an) :

$$M = M_{\text{moy}} (\text{Kg} / \text{j}) = \frac{\sum_i M_i (\text{Kg} / \text{j})}{365}$$

Avec :

$M_i$  : Charge polluante journalière mesurée à l'entrée de la STEP.

##### 2. Cas théorique.

Dans le deuxième cas, le calcul de la charge polluante est basé sur les ratios de production déterminés à partir de la notion d'équivalent habitant. La formule de calcul de la charge polluante est la suivante :

$$M (\text{Kg} / \text{j}) = \frac{R_{\text{prod}} (\text{g} / \text{j} / \text{hab}) \times N_{\text{eqh}} (\text{hab})}{1000}$$

Avec :

$R_{\text{prod}}$  : ratio de production de pollution (g/j/hab).

$N$  : nombre d'équivalent habitant (hab).

### Calcul de la performance de l'indicateur.

Pour que le système d'épuration soit performant vis-à-vis de la charge polluante admise en épuration, il faut que la quantité entrante à la STEP soit inférieure ou égale à la charge polluante maximale, définie par le concepteur de la STEP. Alors, l'indicateur de performance doit respecter la condition suivante :

$$T_{\text{Pollution}} \leq 1$$

Si  $T_{\text{Pollution}}$  est inférieur ou égale à 1, la performance de l'indicateur prend la valeur 1, sinon elle prend la valeur 0.

## IP Rendement épuratoire de la STEP.

### Définition.

Le rendement épuratoire est défini comme le rapport entre la quantité de pollution supprimée par la STEP et la quantité de la pollution à la sortie de la STEP. En Algérie, le rendement épuratoire est évalué par rapport à trois paramètres : la DBO<sub>5</sub>, DCO et les MES. Les agences de l'eau françaises utilisent en plus le rendement de l'azote et du phosphore pour une évaluation plus approfondie. Dans notre cas nous proposons de calculer le rendement pour ces cinq paramètres.

### Méthode de calcul.

Dans l'évaluation du rendement épuratoire nous proposons deux méthodes que l'utilisateur peut s'en servir selon la disponibilité des données. La première méthode est basée sur les mesures de concentrations, effectuées à l'entrée de la station d'épuration. Dans la deuxième nous utiliserons des ratios de production pour calculer la charge polluante générée par les agglomérations et les industries.

#### 1. Méthodes basées sur les mesures.

Le rendement épuratoire d'une STEP est calculé par la formule suivante :

$$R_{\text{ép}} = \frac{C_e \text{ (mg/l)} - C_s \text{ (mg/l)}}{C_e \text{ (mg/l)}}$$

Avec :

$R_{\text{ép}}$  : rendement épuratoire.

$C_e$  : la concentration mesurée à l'entrée de la station d'épuration.

$C_s$  : la concentration mesurée à la sortie de la station d'épuration.

#### 2. Méthode basée sur les ratios de production.

Dans le cas où les données de mesure sur terrain ne sont pas disponibles, le rendement épuratoire est calculé par des ratios de production de pollution qui sont déterminés à partir de la définition de l'équivalent habitant. Nous considérons que la pollution à l'entrée du réseau d'assainissement provient principalement des eaux usées domestiques et industrielles.

##### 2.1. Ratios de production pour les eaux usées domestiques.

Pour les eaux domestiques, des mesures faites depuis plusieurs années ont permis de tirer des ratios de production de la pollution selon les paramètres classiques à partir de la notion d'équivalent habitant. En Algérie, la pollution journalière générée par habitant, pour une dotation variable entre 150 et 200 litre d'eau par jour, est représentée par le tableau III-21 (ONA, 2005). Dans ce cas, la charge polluante à l'entrée de la STEP pour chaque paramètre, est égale au produit du ratio de production du paramètre et du nombre d'habitant raccordés à

la STEP. Tandis que la pollution à la sortie de la STEP est égale au produit du débit à la sortie de la STEP et la concentration exigée par la norme.

$$P_{e(step)i} (Kg / j) = \text{Ratio de production}_{(théorique)} (g / j / hab) \times N(hab) \times 10^{-3}$$

$$P_{s(step)i} (Kg / j) = \text{Débit}_{(sortie)} (m3 / j) \times \text{Concentration}_{(Normalisée)} (mg / l) \times 10^{-3}$$

Dans ce cas le rendement est égale à :

$$R_{ép} = \frac{P_{e(step)} (Kg / j) - P_{s(step)} (Kg / j)}{P_{e(step)} (Kg / j)}$$

Paramètre de pollution	Ratio de production (g/j/hab)
DBO5	54
DCO	79
MES	70
NTK (Azote)	15
P (Phosphore)	4

**Tableau III-21 : Ratios de production définis par la notion d'équivalent habitant (ONA, 2005).**

Une autre méthode de détermination des ratios de production, consiste à déduire la charge polluante produite réellement par le réseau (mesurée sur terrain à l'entrée et à la sortie de la STEP).

$$\text{Ratio de production}_{(entrée)} (g / j / hab) = \frac{\text{Charge massique}_{(entrée)} (Kg / j)}{N(hab)} \times 1000$$

$$\text{Ratio de production}_{(Sortie)} (g / j / hab) = \frac{\text{Charge massique}_{(sortie)} (Kg / j)}{N(hab)} \times 1000$$

Le rendement épuratoire est calculé par la formule suivante :

$$R_{ép} = \frac{\text{Ratio de production}_{(entrée)} - \text{Ratio de production}_{(sortie)}}{\text{Ratio de production}_{(entrée)}}$$

Dans le chapitre V, nous avons proposé le calcul des ratios de production de la pollution spécifiques au système d'assainissement de la ville de Jijel.

## 2.2. Ratios de production des eaux usées industrielles.

Pour les eaux industrielles, les rejets sont trop divers en quantité comme en qualité pour être estimés facilement. Il est donc nécessaire de faire un bilan des débits et de pollution pour les principales industries du site, si l'on veut avoir une idée correcte de la pollution industrielle arrivant à la station d'épuration. Il serait possible aussi d'utiliser des ratios pour les rejets polluants à la production. Pour cela nous avons pu trouver quelques ratios utilisés par l'Office International de l'Eau (Pronost, 2007) qui sont détaillé en annexe VII, malgré qu'ils ne présentent pas toutes les industries, mais l'utilisateur peut extraire quelques informations utiles.

### Calcul de la performance de l'indicateur.

Nous allons proposer deux façons de vérifier la performance du rendement épuratoire : la première est basée sur les seuils définis par la réglementation, tandis que la deuxième utilise les classes de performance pour qualifier le rendement épuratoire.

#### 1. Rendement normalisé.

Le rendement normalisé est calculé à partir des normes définies par la réglementation. En Algérie la loi du 10 juillet 1993 a défini des valeurs limites maximales des paramètres de rejet des installations de déversement sous formes de concentration (tableau III-22).

Paramètre de pollution	Concentration (mg/l)
DBO5	40
DCO	120
MES	30
N (Azote)	40
P (Phosphore)	2

Tableau III-22 : Normes algérienne de rejet des installations d'épuration (Journal officiel, 1993).

Le rendement normalisé pour chaque paramètre de pollution  $i$  est calculé par la formule suivante :

$$R_{norm_i} = \frac{Pe_{(step)i}(Kg/j) - P_{norm_{(step)i}}(Kg/j)}{Pe_{(step)i}(Kg/j)}$$

Avec :

$R_{norm_i}$  : le rendement normalisé pour le paramètre  $i$ .

$Pe_{(step)i}$  : Charge polluante à l'entrée de la STEP pour le paramètre  $i$ .

$P_{norm_{(step)i}}$  : charge polluante pour le paramètre  $i$  à la sortie de la STEP selon la normes.

Donc à la fin, le rendement épuratoire (effectif) calculé pour chaque paramètre  $i$  est comparé au rendement normalisé :

$$R_{(effect)i} \geq R_{(norm)i}$$

Dans ce cas nous avons à faire à un indicateur normatif, c'est-à-dire qu'il est vérifié ou non vérifié, il n'y a pas des degrés d'appréciation intermédiaires (bon, moyen ou mauvais).

#### 2. Les classes de performance.

Dans ce cas, le rendement épuratoire de chaque polluant est comparé à des classes de performance proposée par les agences de l'eau française (RNDE, 1998). (Tableau III-23 et III-24). La matière oxydable est calculée à partir la formule suivante :

$$MO = \frac{DCO + 2 \times DBO_5}{3}$$

Classe de performance	Rendement en matière organique
Excellent	$\geq 85 \%$
Satisfaisant	75 à 85 %
Insuffisant	55 à 75 %
Mauvais	$< 55 \%$
Pas de STEP	0 %

Tableau III-23 : Classe de performance pour qualifier le rendement en matière organique (RNDE, 1998)

Rendement	Azote	Phosphore
Satisfaisant	$\geq 70 \%$	$\geq 80 \%$

Tableau III-24 : Classe de performance pour qualifier le rendement en nitrates et phosphore (RNDE, 1998).



## IP ⊕ La charge polluante déversée hors norme par la STEP.

### Définition.

Nous considérons que la charge polluante déversée hors normes, correspond à un dépassement des normes de rejets définies par la réglementation algérienne. Cette charge est ensuite ramenée par habitant (kg/an/hab). Ce raisonnement permet de faire des comparaisons entre plusieurs systèmes d'assainissement.

### Méthode de calcul.

Un dépassement peut être enregistré durant un jour ou plusieurs, ou bien durant quelques heures. Donc, il faut déterminer le nombre d'heures de dépassement de la valeur limite pour chaque polluant, et pour chaque événement. A titre d'exemple, pour un polluant  $i$ , le nombre de jours de dépassement est égal au nombre d'heures où un dépassement est enregistré pour le paramètre  $i$ , divisé par 24 :

$$NbrJour_i = \frac{Nbrheures_i}{24}$$

Cette formule ne tient pas compte des variations, dans le temps, des concentrations de pollution pour chaque paramètre. Nous supposons que le dépassement des concentrations, est soit constant pour toute la durée des dépassements, soit nous faisons la moyenne des fluctuations de concentrations tout le long de cette durée.

Pour en donner un sens et afin de pouvoir comparer plusieurs stations d'épuration ou plusieurs rejets d'une même station, nous avons décidé de travailler avec les masses des divers polluants :

$$Qm_i (Kg / an) = Q_i (m^3 / j) \times C'_i (kg / m^3) \times NbrJour_i$$

Avec :

$Qm_i$  : La masse polluante du paramètre  $i$ .

$Q_i$  : Débit journalier rejeté par la STEP.

$C'_i$  : Différence de concentration entre la valeur mesurée et la norme du polluant  $i$  au point de rejet par la STEP.

$NbrJour_i$  : le nombre de jours de dépassement pour le paramètre  $i$ .

Donc, la masse polluante calculée par la formule précédente est rapportée par habitant :

$$T_{Qm} (Kg / hab / an) = \frac{Qm_i (Kg / an)}{N(hab)}$$

Pour chaque nombre de jours de dépassement sur une année, correspond une masse de pollution qui dépasse les normes. Le calcul de cette masse sera très utile pour savoir si l'origine des pollutions mesurées dans le milieu récepteur (en aval des rejets) vient du dysfonctionnement de la STEP ou bien des rejets directs effectués en amont du rejet de la STEP.

### 2. Calcul de la performance de l'indicateur.

La réglementation algérienne a défini des valeurs limites maximales (tableau III-25) pour les rejets des installations de déversement dans le milieu récepteur (Journal officiel, 1993). Des qu'il ait un déversement hors norme, la performance de l'indicateur est égale à 0. Sinon elle est égale à 1.

Paramètres	Unités	Valeurs maximales
MES	mg/l	30
DBO5	mg/l	40
DCO	mg/l	120
Azote	mg/l	40
Phosphore	mg/l	02
T°	°C	30
pH	-	5,5 – 8,5

Tableau III-25 : Valeurs limites des paramètres de rejet des installations de déversement (Journal officielle, 1993).

## IP Respect de l'objectif de qualité.

### Définition.

Le principe est tout simplement, en fixant un objectif de qualité (usage de l'eau) dans le milieu récepteur (en aval de la STEP), nous pouvons vérifier si le milieu récepteur peut recevoir encore des rejets. Cette condition sera vérifiée à partir des paramètres : DBO, DCO, MES, NKJ et Pt.

### Méthode de calcul.

Pour évaluer cet indicateur nous aurons besoin de calculer les masses des divers polluants rejetées par la station d'épuration et qui seront comparées à des normes. Le mode d'évaluation de l'indicateur s'effectuera en trois étapes :

1. Calcul de la charge polluante admissible.
2. Calcul de la charge polluante rejetée.
3. Comparaisons entre la charge rejetée et la charge admissible.

#### 1. Calcul des charges polluantes admissibles.

Pour cela il faut connaître les paramètres suivants :

- Caractéristiques du milieu récepteur : le débit d'étiage et les concentrations à l'amont des rejets.
- L'objectif de qualité : concentrations objectives des polluants et le débit à l'aval de la STEP.

Donc la charge polluante est calculée pour chaque indicateur selon la formule suivante (Delannoy, 1989) :

$$\text{Charge Admissible (Kg/j)} = \text{Débit aval (m}^3\text{/j)} \times \text{Concentration Objective (Kg/m}^3\text{)} - \text{Débit amont (m}^3\text{/j)} \times \text{Concentration amont (Kg/m}^3\text{)}$$

Les concentrations objectives sont définies pour chaque paramètre dans le tableau III-26.

Paramètres	Valeurs maximales admissibles pour respecter l'objectif de qualité du milieu récepteur.
DBO5 (mg/l)	6
DCO (mg/l)	30
MES (mg/l)	50
NJK (mg/l – matière azotées)	2
Pt (mg/l – matières phosphorées)	0,2

Tableau III-26 : Valeurs maximales admissibles pour respecter l'objectif de qualité (Agences de l'eau Française, 2001)

## 2. Calcul de la charge polluante rejetée.

La charge polluante rejetée est calculée comme le produit d'un volume par une concentration.

$$Q_{mi} (\text{Kg} / j) = Q_{e(\text{STEP})} (m^3 / j) \times C_i (\text{Kg} / m^3) \times R_i$$

Avec :

$Q_{mi}$  : est la charge massique du polluant  $i$  rejetée par la STEP.

$Q_{e(\text{STEP})}$  : le débit à l'entrée de la STEP.

$C_i$  : Concentration du polluant  $i$  à l'entrée de la STEP.

$R_i$  : Le rendement de la STEP selon le polluant  $i$ .

## 3. Comparaison entre charge rejetée et charge admissible.

Si la charge rejetée est supérieure à la charge admissible pour au moins un polluant, la valeur de l'indicateur est : NON RESPECT, dans le cas contraire la valeur est : RESPECT DE L'OBJECTIF. Nous pouvons remarquer ici que l'échelle de préférence ne comporte que deux niveaux. Ceci est liée à l'aspect normatif de l'indicateur : une norme est respectée ou non, il n'y a pas de degré de respect ou de non respect (Delannoy, 1989).

### Calcul de la performance de l'indicateur.

Vu l'aspect normatif de l'indicateur, il prend la valeur 1 s'il respecte l'objectif de qualité et la valeur 0 lorsqu'il ne le respecte pas même s'il y a juste un paramètre qui dépasse les normes.

IP ⊕

## La qualité des boues par la STEP pour l'usage agricole.

### Définition.

L'épandage agricole des boues permet un recyclage des éléments nutritifs comme l'azote, phosphore et le calcium, rejeté dans les eaux usées. Il est toutefois nécessaire de prendre certaines précautions encadrées par des dispositifs réglementaires visant à protéger la santé humaine et le milieu naturel. Pour cela, dans une démarche de valorisation agricole des boues, l'objectif est d'estimer les quantités en éléments fertilisants, en matières organiques et les éléments toxiques ou indésirables. Ces estimations peuvent s'effectuer sur des boues liquides ou bien des solides.

Indicateurs de performance	Effet sur les sols et la production agricole
<b>Indicateurs des éléments fertilisants.</b>	Ils sont regroupés en deux classes : les éléments fertilisants majeurs (N, P et K), et les éléments fertilisants mineurs (Na, Ca et Mg). L'azote et le phosphore sont indispensables aux végétaux. Néanmoins la production végétale est sensible à l'excès d'azote, comme les nitrates peuvent migrer vers les eaux souterraines.
<b>Indicateurs de matière organique.</b>	La matière organique améliore la structure et la stabilité des sols et elle facilite le travail.
<b>Indicateurs de matières indésirables.</b>	Les boues peuvent contenir également des métaux lourds comme le zinc, les manganèses, le cuivre, le plomb, le chrome, le nickel, le cadmium et le mercure. Si la concentration de ces éléments devient trop élevée, ils peuvent devenir toxiques pour les végétaux, les animaux et/ou les hommes.

Tableau III-27 : Indicateurs de performance pour évaluer la qualité des boues pour l'usage agricole.

En Algérie, la réglementation n'a pas défini les critères de qualité d'une boue pour l'utilisation agricole. Pour cela nous avons fait référence à la norme française qui a rapporté des valeurs limites de différents paramètres (tableau III-28).

Indicateurs de performance	Moyenne (mg/Kg) de Matière Sèche	Valeurs limites réglementaire (mg/kg) de Matière Sèche
Cadmium (Cd)	5,3	20
Chrome (Cr)	80	1 000
Cuivre (Cu)	334	1 000
Mercurure (Hg)	2,7	10
Nickel (Ni)	39	200
Plomb (Pb)	133	800
Zinc (Zn)	921	3 000

Tableau III-28 : Concentrations limites pour les boues destinées à l'usage agricole (ADEME, 2000).

Les normes qui qualifient les paramètres de fertilisation et les matières organiques sont représentées en annexe II.

#### Calcul de la performance de l'indicateur.

Pour qualifier la qualité d'une boue pour l'usage agricole, nous avons proposé des classes de performances à partir du tableau III-28. La performance est déterminée par une fonction de performance construite pour chaque indicateur, de la même manière que celle présentée dans le paragraphe III-3.3.1.3 pour caractériser la qualité des eaux.

Classe de performance	Bonne	Acceptable	Mauvaise
Performance	1 à 0,6	0,6 à 0,4	0,4 à 0

Tableau III-29 : Classes de qualité des boues pour l'usage agricole.



### La quantité des boues destinées à la décharge publique .

#### Définition.

Cet indicateur permet d'évaluer la quantité de boues produites par chaque habitant qui sera destinée à la décharge publique pendant une année. Autrement dit, nous essayerons d'estimer la contribution de chaque habitant à la pollution du milieu naturel.

#### Méthode de calcul.

La méthode de calcul de l'indicateur est simple : c'est la quantité de boue sèche, évacuée selon une filière conforme, qui est destinée à la décharge publique par an et rapportée par équivalent habitant.

$$Q_{\text{boues}} (\text{Kg} / \text{an} / \text{hab}) = \frac{\text{Poids} (\text{Kg} / \text{an})}{N(\text{hab})}$$

Avec :

$Q_{\text{boues}}$  : c'est la quantité de boues destinée à la décharge publique (Kg/an/hab).

Poids : le poids sec total de la boue destinée à la décharge publique (kg/an).

N : est le nombre totale d'équivalent habitant.

#### Calcul de la performance de l'indicateur.

Un système d'assainissement qui rejette moins de quantité de boues au milieu naturel est considéré comme le plus durable. Donc la quantité de boues produites par chaque habitant pendant une année, et qui sera rejetée à la décharge, doit être le plus faible possible. Néanmoins, il n'est pas facile de proposer une note de performance pour ce critère, et nous ne pouvons pas définir des seuils à partir desquels la quantité de boues mises en décharge devient dangereuse pour le milieu naturel ou l'écosystème. Nous suggérons que la performance de l'indicateur soit égale à 0 dès qu'il y a une mise en décharge des boues à l'air libre.

### III.3.4.4. Sous objectif « Fonctionnement du réseau ».

#### IP ⊕ Taux de collecte.

##### Définition.

Le taux de collecte est le rapport de la quantité de matières polluantes captée par le réseau à la quantité de matières polluantes générée dans la zone desservie par le réseau. La quantité de matières polluantes captée, est celle parvenant aux ouvrages de traitement.

##### Méthode de calcul.

La formule de calcul de cet indicateur est :

$$I_{col} = \frac{Q_{STEP}}{Q_{prod}} \times 100$$

Avec :

$I_{to-col}$  : Taux de collecte d'eaux usées (%) ;

$Q_{STEP}$  : Quantité d'eaux usées à l'entrée de la station d'épuration (m<sup>3</sup>/an) ;

$Q_{prod}$  : Quantité d'eaux usées produite théoriquement (m<sup>3</sup>/an).

On peut avoir la quantité des eaux usées à l'entrée de la station  $Q_{STEP}$  soit en multipliant le débit journalier par 365 jours ou directement par les services techniques ou statistiques exploitant la STEP. La quantité d'eau usée produite théoriquement  $Q_{prod}$  se calcule comme suit :

$$Q_{prod} = R \times N_{eqh}$$

Avec :

$N_{eqh}$  : Nombre d'équivalent habitant ;

R : la quantité d'eau usée moyenne produite par un équivalent habitant (m<sup>3</sup>/hab).

##### Calcul de la performance de l'indicateur.

Pour qualifier le taux de collecte, les agences françaises (RNDE, 1998) ont proposé les classes de performance suivantes :

Performance	Excellente	Bonne	Acceptable	Médiocre	Très mauvaise
Taux de collecte (%)	≥ 95 %	85 à 95 %	70 à 85 %	50 à 70 %	≤ 50 %

Tableau III-30 : Classes de performance pour l'indicateur « Taux de collecte » (R.N.D.E., 1998).

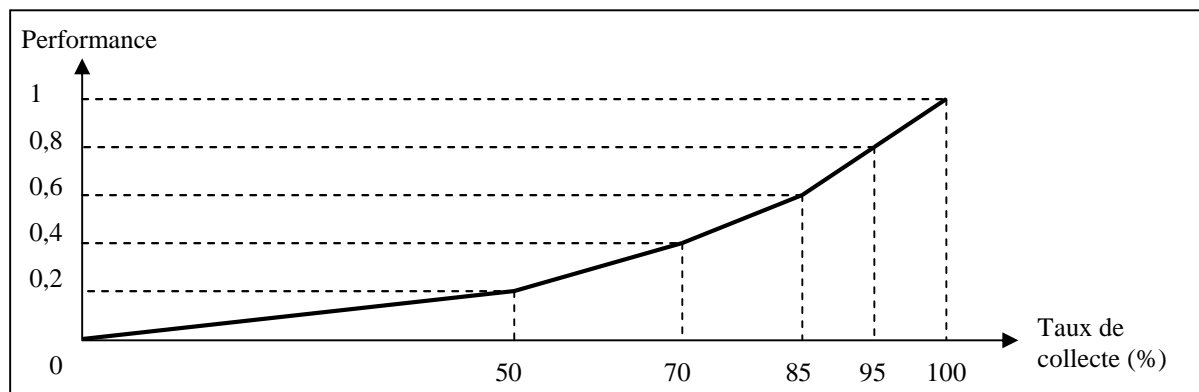


Fig. III-10 : Fonction de performance pour l'indicateur « Taux de collecte ».

## IP ⊕ Taux de fuites.

### Définition.

Le taux de fuites dans le réseau est le rapport du nombre de fuites enregistrées, pour une période d'évaluation d'un an, à la longueur totale du réseau. Ces fuites sont dénombrées soit par les plaintes des habitants ou par d'autres procédés de détection de fuites lors de diagnostic de réseau d'assainissement.

### Méthode de calcul.

La formule de calcul de cet indicateur est :

$$I_{\text{fuites}} = \frac{N_{\text{Fuites}}}{L_{\text{Rés}}}$$

Avec :

$I_{T\_fuites}$  : Indicateur de taux de fuites d'eaux usées ( $\text{km}^{-1}/\text{an}$ ) ;

$N_{\text{Fuites}}$  : Nombre de fuites par an (1/an) ;

$L_{\text{Rés}}$  : Longueur totale du réseau (km).

Pour la longueur de réseau on peut l'avoir auprès des services d'assainissement ou mesurable sur un plan. Les fuites sont généralement enregistrées :

- Soit à la base de plaintes ou de déclaration des habitants (fuites visuels, ou introduction d'effluents dans les habitations, ou nuisances olfactives) ;
- Soit sur la base de diagnostic de réseau par les services d'assainissement.
- A défaut de mesures, elles peuvent être aussi déterminées sur la base d'un bilan volumétrique entrée-sortie du système.

### Calcul de la performance de l'indicateur.

On n'a pas trouvé d'échelle de référence qui permet d'évaluer la performance de cet indicateur. Par conséquent, vu les risques qui peuvent être entraînés par les fuites notamment sur la santé humaine « maladies à transmission hydrique », et vu les résultats du rapport du CNES (CNES, 2005), on a essayé d'être sévère en proposant les classes de performances suivantes :

Performance	Bonne P = 1	Acceptable P=0,4	Mauvaise P = 0,2	Très mauvaise P = 0
Taux de fuites (Nbr/km/an)	0	0 à 1	1 à 2	> 2

Tableau III-31 : Classes de performance pour l'indicateur « Taux de fuite ».

## IP ⊕ Taux de rejets directs.

### Définition.

Cet indicateur permet d'estimer la quantité des eaux usées rejetées directement dans le milieu naturel sans aucun traitement, par un habitant pendant une durée d'un an. Pour cela, nous aurons besoin de calculer le volume des eaux usées collectées par le réseau. Ce volume dépend des facteurs socio-économiques et des diverses catégories d'occupation des sols, et aussi de l'importance de l'agglomération et de son activité dominante. Cet indicateur permet d'évaluer la contribution de chaque habitant à la pollution du milieu naturel, et aussi de faire des comparaisons entre plusieurs systèmes d'assainissement.

**Méthode de calcul.**

Le taux de rejets directs est le rapport entre le volume d'eaux rejetées directement sans aucun traitement et le nombre d'habitant total, pendant une durée d'évaluation d'un an.

$$T_{rd} = \frac{V_r}{N_{hab}}$$

Avec :

- $T_{rd}$  : le taux de rejets directs dans le milieu récepteur (m<sup>3</sup>/hab/an).
- $V_r$  : Volume d'eaux rejetées directement dans le milieu récepteur (m<sup>3</sup>/an)
- $N_{hab}$  : nombre total d'habitant raccordés au réseau (hab).

Nous allons présenter en détail, dans ce qui suit, le calcul du volume d'eau rejeté dans le milieu naturel.

**1. Calcul du volume d'eaux usées rejeté dans le milieu récepteur.**

Ce volume est égal à la différence entre le volume collecté par le réseau d'eaux usées (les rejets unitaires) et le volume arrivant à la STEP.

$$V_r = V_{col} - V_{e(STEP)}$$

Avec :

- $V_r$  : volume rejeté directement dans le milieu récepteur (m<sup>3</sup>/an).
- $V_{col}$  : volume d'eaux collectées par le réseau (m<sup>3</sup>/an).
- $V_{e(STEP)}$  : Volume entrant à la STEP (m<sup>3</sup>/an).

Le volume des eaux usées arrivant à la STEP par an, est calculé à partir de la somme des débits journaliers mesurés à l'entrée de la STEP. Le calcul du volume des eaux collectées par le réseau est décrit dans le paragraphe suivant.

**2. Calcul du volume d'eau collecté par le réseau (les rejets unitaires).**

Le volume d'eau collecté par le réseau d'assainissement représente la quantité d'eaux usées entrante dans le réseau d'assainissement. Ce volume est égal à la somme du volume rejeté par les habitations et du volume rejetés par les établissements et les industries.

$$V_{col} = V_{Col\_hab} + V_{col\_etbl}$$

Avec :

- $V_{col\_hab}$  : volume d'eaux rejetées par les habitations (m<sup>3</sup>/an).
- $V_{col\_etbl}$  : volume d'eaux rejetées par les établissements (m<sup>3</sup>/an).

**2.1. Volume d'eaux rejetés par les habitations.**

Cette quantité des eaux est calculée en fonction du volume des eaux usées rejetées par chaque habitant et par jour. Ce volume se définit par le rapport d'un volume journalier acheminé à la STEP sur le nombre d'habitant raccordés. Néanmoins, pour avoir des résultats plus représentatifs, il faut connaître les volumes des eaux usées des agglomérations, des zones nouvelles, toute activité commerciale et artisanale confondues.

La méthode classique consiste à déterminer les rejets des eaux usées à partir de la consommation d'eau moyenne globale sur laquelle on applique un coefficient de restitution compris entre 0,75 et 0,95. Selon les projets de conception et de dimensionnement des réseaux d'assainissement des agglomérations, réalisés en Algérie, la valeur du taux de rejet est égale à 80% de la dotation. Cette dotation est estimée dans la plus part des études à 150 l/hab/j. Dans

notre outil informatique, nous laisserons le choix à l'utilisateur dans le cas où il veut prendre un autre coefficient de rejets ou une autre dotation différente. La formule de calcul est la suivante :

$$T_r(m^3 / j / hab) = C_r \times D(m^3 / j / hab)$$

Avec :

$C_r$  : est le coefficient de rejet.

La formule de calcul du volume rejeté par l'ensemble de l'agglomération est la suivante :

$$V_{col\_hab} = T_r \times N_{hab} \times 365$$

Avec :

$V_{col\_hab}$  : volume d'eaux rejetées par les habitations ( $m^3/an$ ).

$T_r$  : le taux de rejet des habitations ( $m^3/hab/j$ ).

$N_{hab}$  : nombre total d'habitant raccordés au réseau d'assainissement (hab).

365 : représente le nombre de jours par an.

## 2.2. Volume d'eaux rejetées par les établissements et les industries.

Concernant le volume des eaux usées rejetées par les établissements industriels, il est difficile de faire la part des eaux à pollution domestique de celles provenant d'usage industriel, recyclées ou pas. Pour estimer ces rejets industriels, on utilise généralement la notion d'équivalence à un habitant (eqh) qui présente l'avantage d'une unité de compte homogène pour tous les usagers, permettant ainsi des comparaisons entre les secteurs d'activités différentes et de calculer la dimension de la station d'épuration. La formule de calcul est la suivante :

$$V_{col\_etbl} = \sum_i T_{r(i)} \times N_i \times 365$$

Avec :

$T_{r(i)}$  : taux de rejets propre à chaque établissement ( $m^3/hab/j$ ).

$N_i$  : unité de compte (habitant ou d'équivalent habitant).

A titre d'exemple, nous retiendrons les équivalents à un habitant (eqh) suivants :

- hôtel : 1lit = 1 eqh.
- restaurant : 3 places = 1 eqh.

En annexe VII, nous présenterons une table récapitulative des quantités unitaires rejetées par type d'établissement et d'activité industrielle.

### Calcul de la performance de l'indicateur.

La performance de cet indicateur n'est pas évaluée à partir d'une quantification des rejets directs, puisque l'objectif est d'interdire tous ces rejets. La quantification du taux de rejets directs permet de comparer plusieurs systèmes d'assainissement entre eux. Par contre la performance de l'indicateur est déterminée à partir de la présence ou non des rejets directs. Dans ce cas nous allons utiliser un indicateur normatif : soit il RESPECTE la norme et donc la performance est égale à 1, Ou bien il NE RESPECTE pas la norme et la performance est égale à 0.



## IP ⊕ Taux de surfaces inondées.

### Définition.

La norme française NF EN 752-1, relative aux réseaux d'évacuation et d'assainissement à l'extérieur des habitations (NF, 1996a), définit une inondation comme « une situation dans laquelle les eaux usées et/ou les eaux de surfaces s'échappent d'un réseau d'évacuation et d'assainissement ou ne peuvent y pénétrer, et se répandent en surface ou pénètrent dans les bâtiments ». Pour cet indicateur nous proposons de calculer la surface inondée pour le cas des inondations survenues des mauvais dimensionnements des installations.

### Méthode calcul.

Le taux de surfaces inondées est le rapport entre la surface inondée et la surface totale de la zone d'assainissement.

$$T_s = \frac{S_{inon}}{S_T}$$

Avec :

$S_{inon}$  : surface inondée (m<sup>2</sup>)

$S_T$  : surface totale de la zone d'assainissement (m<sup>2</sup>).

La surface totale de la zone d'assainissement est calculée sur le plan du réseau. Elle est égale à la somme totale des sous bassins de collecte. La surface inondée est déterminée à partir de l'étude, associant les aléas d'ordre climatique (précipitation) et/ou d'ordre hydraulique (sous dimensionnement, désordre hydraulique,...). Ajoutons à cela l'étude de vulnérabilité du site vis-à-vis des inondations. La vulnérabilité peut être de type naturel (morphologie du BV) ou socioéconomiques (dommage sur les personnes ou dommages liés à l'occupation des sols).

### Calcul de la performance de l'indicateur.

La performance de cet indicateur est une fonction du taux des surfaces inondées. Plus le taux est élevé plus la performance diminue. Mais l'objectif est d'avoir un taux égal à zéro. Nous attribuons une note de performance égale à 0 dès qu'il ait un taux supérieur à 0. Sinon la performance est maximale est égale à 1.

## IP ⊕ Taux de débordements.

### Définition.

Le calcul de la surface inondée ne permet pas de déterminer le risque de débordement puis d'inondation lié aux obstructions du réseau. Pour cela nous proposons de calculer le taux de débordements dus aux obstructions dans le réseau d'assainissement.

### Méthode de calcul.

L'indicateur « taux de débordement » rapporte le nombre d'abonnés touchés par le nombre total des abonnés au réseau d'assainissement.

$$T_{deb} = \frac{N_{deb}}{N}$$

Avec :

$T_{deb}$  : taux de débordement

$N_{deb}$  : nombre d'abonnées victimes des débordements sur une année

$N$  : nombre total d'abonnées

Le nombre d'abonnés victimes des débordements est calculé à partir du recueil des plaintes ou des constatations sur terrain.

**Calcul de la performance de l'indicateur.**

La performance de cet indicateur est une fonction du taux de débordement. Plus le taux est élevé plus la performance diminue. Par contre les prescriptions minimales pour les réseaux d'assainissement sont de ne pas faire subir de type débordement. Il convient donc d'attribuer une note de performance, égale à zéro ( $P = 0$ ), dès l'apparition d'une inondation par débordement. La performance maximale ( $P = 1$ ) est atteinte pour un taux de débordement égal à zéro. Cela signifie une bonne connaissance du réseau et de ses points noirs mais aussi un entretien régulier des canalisations.

**IP ⊕ Taux de la population raccordée au réseau d'assainissement.****Définition.**

Il est calculé à partir du nombre d'abonnés qui bénéficient d'un compteur d'eau potable. Un usager est dit raccordable au réseau d'assainissement lorsqu'il est domicilié dans une zone où il est à proximité d'une antenne du réseau public d'assainissement collectif sur laquelle il peut être raccordé.

**Méthode de calcul.**

Il est calculé à partir du nombre de la population raccordée au réseau d'assainissement. Ce taux est égal au quotient du nombre d'abonnés raccordés au réseau sur le nombre total des abonnés.

$$T_{racc} = \frac{N_{racc}}{N} \times 100$$

Avec :

$T_{racc}$  : le taux de raccordement (%).

$N_{racc}$  : nombre d'abonnés raccordés.

$N$  : nombre total d'abonnés raccordables.

Un abonné au réseau est un usager qui a souscrit un abonnement auprès du gestionnaire du réseau de distribution (ex. ADE). Par contre les abonnés au réseau d'assainissement sont recensés par les services de l'ONA, qui s'occupent de la gestion et l'exploitation du réseau. Les abonnés au réseau de collecte des eaux usées sont décomposés en plusieurs catégories :

1. abonnés domestiques,
2. abonnés collectifs (grands ensembles sans compteur individuel),
3. abonnés industriels,
4. abonnés communaux (mairie, fontaines, incendies, arrosage public...etc.).

Il faut rappeler qu'un abonné avec plusieurs points de rejet sera comptabilisé une fois seulement. En outre, nous n'allons pas nous intéresser à vérifier si la population non raccordée au réseau, rejette directement dans le milieu naturel ou s'il elle est bien équipé d'un système d'évacuation individuelle (ex. fosses septiques). Donc un rejet non raccordé au réseau est considéré comme un abonné non raccordé (ou raccordable).

**Calcul de la performance de l'indicateur.**

En Algérie, la réglementation n'a pas défini des seuils à ne pas franchir. Par contre, en France, les seuils des taux de raccordement minimum sont définis par des arrêtés préfectoraux de chaque département. Le seuil minimum à ne pas dépasser est en moyenne de 90% sur le territoire français (arrêté préfectoral de la RF, 2007).

## IP ⊕ Taux de branchements anarchiques.

### Définition.

Un branchement anarchique est un raccordement des rejets des eaux usées d'un usager au réseau d'eau pluviale. La présence de tel branchement a des impacts très négatifs sur les eaux du milieu aquatique et le milieu naturel d'une manière générale, puisque le réseau des eaux pluviales rejette des eaux usées sans aucun traitement. En plus, la présence de ces mauvais branchements provoque des débordements sur le réseau des eaux pluviales surtout en temps des pluies.

### Méthode de calcul.

Le taux de branchement anarchique est le quotient du nombre de branchements illégaux (anarchiques) sur le nombre total des branchements effectués sur le réseau d'assainissement.

$$T_{b-anarch} = \frac{N_{b-anarch}}{N_b} \times 100$$

Avec :

$T_{b-anarch}$  : taux de branchements anarchiques (%).

$N_{b-anarch}$  : Nombre de branchements anarchiques.

$N_b$  : nombre total de branchements (nombre d'abonnés raccordés au réseau).

### Calcul de la performance de l'indicateur.

Pour cet indicateur nous n'avons pas trouvé des seuils pour qualifier sa performance. Mais un branchement des eaux usées dans le réseau des eaux pluviales est interdit quelque soit sa qualité, sauf en cas d'autorisation des services de l'assainissement (la mairie ou l'ONA). Nous laisserons le choix à l'utilisateur pour donner une performance ou demander l'avis des experts.

## IP ⊕ Taux de plaintes déposées.

### Définition.

Cet indicateur permet de donner une image globale de la satisfaction des usagers ou bien des abonnées de la qualité du service, indépendamment de la nature des réclamations. La formulation du taux de plainte est décrite par le quotient du nombre total de réclamations écrite tous thèmes confondus pendant une année, par le nombre d'abonnés divisés par 1000. Donc le calcul de l'indicateur est rapporté par 1000 abonnés, ce qui permet de donner un indicateur plus représentatif du taux des plaintes.

### Méthode de calcul.

La formule de calcul est la suivante :

$$T_{Plainte} = \frac{N_{plainte}}{N_{abonnés} / 1000}$$

Avec :

$T_{Plainte}$  : taux de plaintes (Nombre de plaintes / 1000 abonnés).

$N_{plainte}$  : nombre de plaintes déposées par an.

$N_{abonnés}$  : nombre total d'abonnés.

Une plainte déposée peut être formulée par lettre, fax, téléphone ou par message électronique (par email), Même si une plainte n'est pas justifiée, elle est prise en compte. La nature des plaintes déposées peut porter sur des prestations environnementales (pollution, odeurs), sur la qualité de service (inondation débordement, infiltration, travaux, mise en service...). Pour cela, il est nécessaire de mettre en place un dispositif fiable d'enregistrement des réclamations, c'est-à-dire une organisation adaptée, incluant le personnel formé.

#### Calcul de la performance de l'indicateur.

Pour cet indicateur aussi, nous n'avons pas trouvé des seuils pour qualifier sa performance. Nous laisserons le choix à l'utilisateur pour donner une performance ou demander l'avis des experts.

### IP ⊕ Taux d'efficacité du service de traitement des plaintes.

C'est le rapport entre le nombre des plaintes traitées dans un délai, fixé par les autorités locales ou bien par la réglementation, et le nombre total des plaintes traitées par an. La formule de calcul de l'indicateur est la suivante :

$$T_{\text{Plaintes traitées}} = \frac{N_{\text{plaintes traitées Délai}}}{N_{\text{plaintes traitées}}} \times 100$$

Avec :

$T_{\text{plaintes traitées}}$  : le taux de plaintes traitées (%/an).

$N_{\text{plaintes traitées Délai}}$  : nombre de plaintes traitées dans les délais, par an.

$N_{\text{plaintes traitées}}$  : nombre total des plaintes traitées par an.

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

#### Calcul de la performance de l'indicateur.

Pour cet indicateur nous n'avons pas trouvé des seuils pour qualifier sa performance. Nous laisserons le choix à l'utilisateur pour donner une performance ou demander l'avis des experts.

### IP ⊕ Délai moyen de réponse à une plainte.

C'est le rapport entre la somme totale des délais de réponse à toutes les plaintes et le nombre total des plaintes déposées. La formule de calcul de l'indicateur est la suivante :

$$D_{\text{moy}} = \frac{S_{\text{Délai}}}{N_{\text{plaintes déposées}}}$$

Avec :

$D_{\text{moy}}$  : le délais moyen de réponse à une plainte (Jours).

$S_{\text{délai}}$  : la somme totale de tous les délais de réponse à toutes les plaintes (Jours).

$N_{\text{plaintes traitées}}$  : nombre total des plaintes déposées.

Le délai de réponse à une plainte est déterminé par la durée de temps entre le moment où la plainte a été déposée et le moment d'intervention des agents d'entretien. Le moment où la plainte est déposée correspond au moment de réception du courrier, du fax ou bien de l'appel téléphonique.

**Calcul de la performance de l'indicateur.**

Pour cet indicateur nous n'avons pas trouvé des seuils pour qualifier sa performance. Nous laisserons le choix à l'utilisateur pour donner une performance ou demander l'avis des experts.

## III.4. Proposition d'une méthodologie d'évaluation de la performance et de la durabilité des SA.

### III.4.1. Définition du SA à étudier.

La définition des composants du système est la première étape clé qui oriente fortement un projet tant au niveau du type de données disponibles qu'au niveau des objectifs à définir. Il existe des projets d'évaluation de la durabilité des systèmes d'assainissement urbains à toutes 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. Etant donné la nécessité de prendre en considération les composants du réseau 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 étude, et à partir des objectifs déjà fixés, nous avons choisi le système d'assainissement composé des éléments suivants : le réseau de collecte, la station d'épuration, le milieu récepteur des eaux usées et le milieu urbain vis-à-vis du réseau (avaloirs, regards,...).

### III.4.2. Les principes de la méthodologie proposée.

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

**1. Définition et élaboration des éléments d'évaluation de performance :** ce niveau permet de distinguer les éléments clés de l'évaluation de la performance globale (objectifs, critères et indicateurs de performance). Ces éléments ont été analysés en détail dans les paragraphes III.2 et III.3. Nous avons essayé de rapporter dans ce chapitre (§ III.4.3) une définition pour chaque élément.

**2. 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 un cas réel (ex. système d'assainissement de la ville de Jijel). D'autres variantes seront définies à partir des méthodes d'évaluation de la performance du critère ou du calcul des indicateurs (§ V.3).

**3. 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.

**4. Mode d'appréciation de performance (qualitatifs, quantitatifs ou binaire) :** Pour répondre aux attentes des différents acteurs, il est nécessaire d'apprécier la performance d'un système d'assainissement. Ces appréciations seront quantitatives, comme par exemple la quantité des eaux usées collectées en m<sup>3</sup>/an. Mais certaines seront qualitatives dans le meilleur des cas ; citons par exemple les jugements de valeur comme "bonne qualité", "mauvaise qualité".

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

### III.4.3. 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, voir § III.2). Elle prend en compte dès le départ les données disponibles, pour évaluer la performance des indicateurs et des critères de chaque objectif (figure III-21).

**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 système d'assainissement et prendre des 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 différentes variantes des projets proposés ou à étudier, à partir des performances des critères.

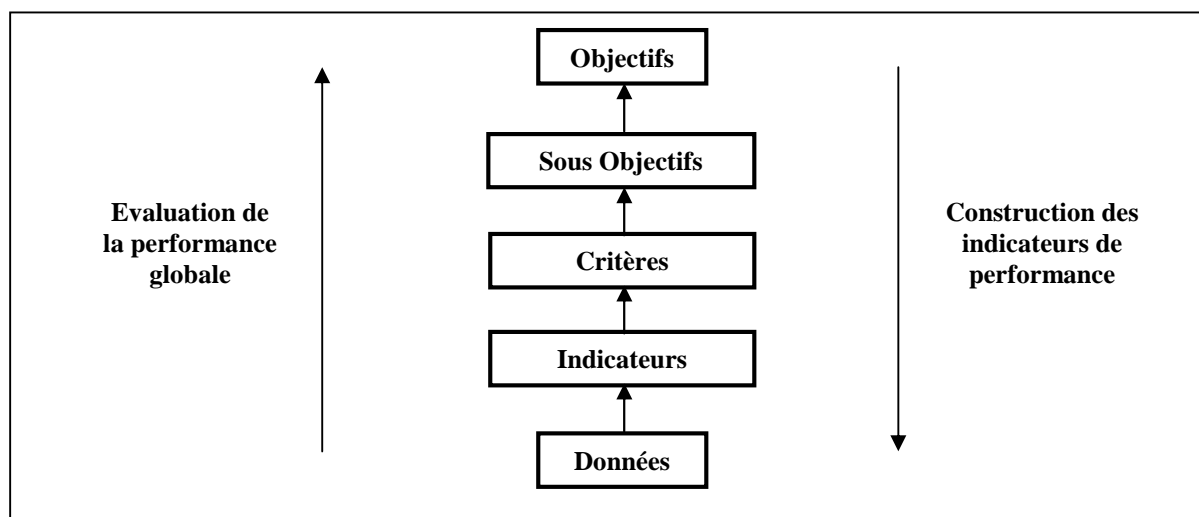


Fig. III-11 : Les éléments de l'évaluation de la performance globale.

### III.4.4. Méthode de calcul de la performance globale.

La démarche retenue est basée sur des performances de critères évalués à partir d'un ensemble de performances des indicateurs (voir la figure III-22). 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.

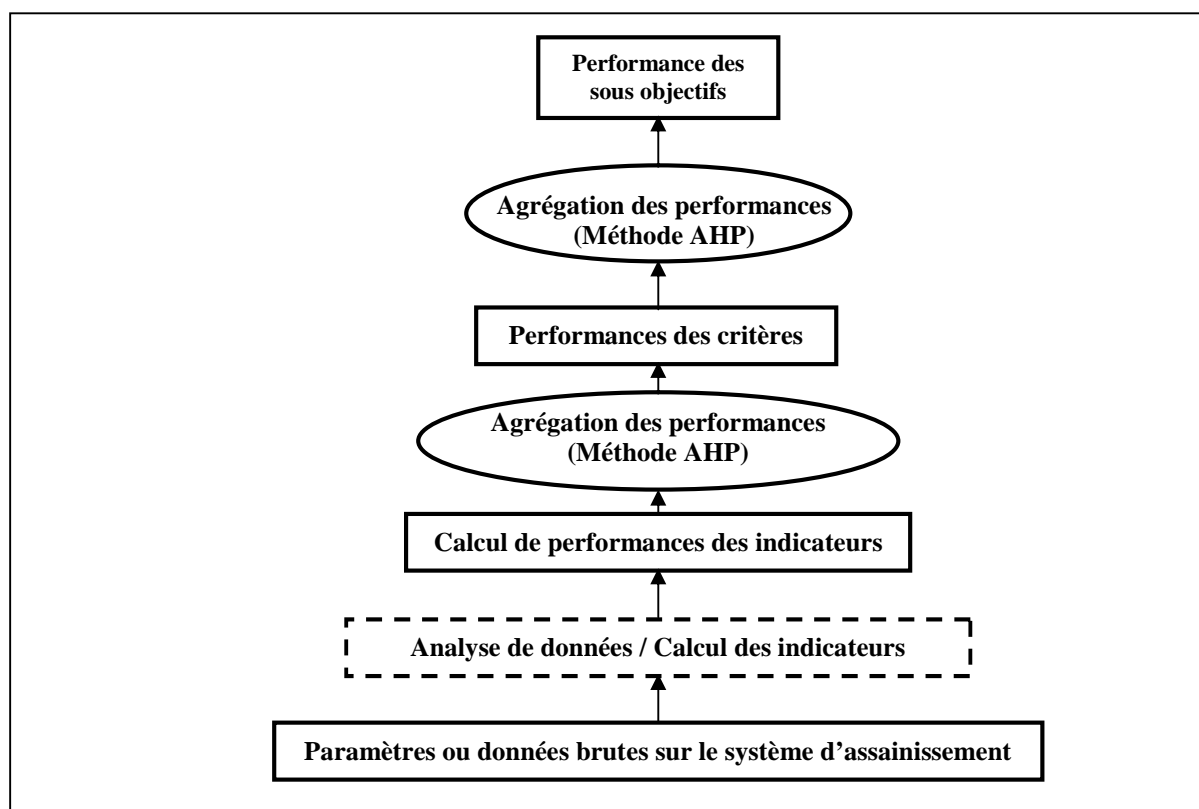


Fig. III-12 : Principe de la méthode d'évaluation des performances.

#### III.4.4.1. L'approche performanciale.

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, techniques, 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.4.4.2. 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 adopté par la suite. Cette méthode est basée principalement sur le l'algorithme de la méthode AHP (Analytical Hierarchy Process) développée par Saaty (1977). Elle considère que la valeur des indicateurs et des 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 idéale de l'indicateur, tandis que la valeur 0 pour une très mauvaise performance. L'attribution des notes de performances comprises entre 0 et 1 dépend bien de la méthode de calcul de chaque indicateur.

### III.4.4.3. 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. Après, nous passons à calculer la performance des critères. Pour obtenir un résultat de performance sur chaque critère nous allons opter pour une agrégation des performances des indicateurs. Mais il faudrait tout d'abord désigner la méthode d'agrégation, et après comment choisir les poids attribués à chaque indicateur, et ce que nous allons rapporter par la suite.

#### III.4.4.3.1. Mode d'agrégation des indicateurs.

Pour obtenir une note de performance par critère, il faut agréger l'ensemble des indicateurs associés. D'après la littérature consultée (Roy et al. 1993; Ben Mena, 2000), il existe trois types d'agréments : l'agrégation compétitive, elle suggère d'inclure toutes les performances dans une fonction d'utilité ou d'agrégation (Roy, 1985), en leur attribuant d'éventuels poids. L'agrégation est obtenue par la méthode de la somme ou de la moyenne pondérée des performances. Le deuxième type est 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. Le troisième type d'agrégation est l'agrégation locale. Elle considère que la performance peut être très grande, voire infinie. La technique est alors 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.

D'après cette analyse, notre problématique correspond à l'agrégation complète. C'est-à-dire l'inclusion de l'ensemble des performances des indicateurs dans une formule mathématique en vue de l'obtention d'une valeur unique de performance pour chaque critère. Mais la question qui se pose, c'est comment combiner les indicateurs en un 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 développée 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 des additions linéaire (dite aussi méthode de la somme pondérée), qui est également une des méthodes les plus utilisées. Cette dernière consiste à attribuer une note de performance à chaque indicateur  $PI_i$ , qui sera multipliée par un coefficient de pondération  $w_i$ . La somme sur (n) indicateurs donne un résultat de performance agrégé, exprimé dans une note globale :

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

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 coefficients de pondération sont positifs et inférieurs ou égaux à 1. La méthode de la somme pondérée est un instrument simple et couramment utilisé lorsqu'il s'agit d'un critère avec des niveaux hiérarchiques inférieurs. Mais elle présente certains inconvénients comme la perte d'informations dans le résultat due principalement aux valeurs des coefficients de pondération.

#### III.4.4.3.2. Le choix des coefficients de pondération.

Pour agréger un critère, il faut attribuer des poids aux indicateurs. Néanmoins, la détermination de l'importance d'un indicateur par rapport à un autre est un enjeu très déterminant pour la fiabilité des résultats et par la suite, dans le processus d'aide à la décision. Les méthodes que nous avons pu trouver dans la recherche bibliographique sont :

- La méthode d'attribution des scores (Bouyssou et al., 2003) : elle repose sur la répartition d'une somme de point sur l'ensemble des critères.
- Les méthodes de comparaison par paire : comparaison deux à deux des indicateurs, parmi les plus connues, la méthode AHP inventée par Saaty (1977) et la méthode MACBETH (Bana e Costa et al., 2003).
- Méthode des valeurs attendues : l'attribution des poids est uniquement fonction du classement des critères et de leurs nombre.

La méthode la plus utilisée est celle de l'AHP (comparaison par indicateur). Il se trouve qu'il y en a beaucoup de retour d'expérience, aussi son usage est plus facile et surtout pour sa capacité à fournir une vérification de la cohérence des comparaisons entre indicateurs. Son inconvénient est le manque de transparence car le mode de calcul des poids de chaque indicateur est assez complexe, tandis que les choix demandés par l'utilisateur sont simples (Cherqui, 2005).

#### III.4.4.3.3. Analytic Hierarchic Process (AHP).

##### 1. Présentation générale de la méthode.

La méthode de l'AHP (Analytic Hierarchic Process) est développée par Saaty en 1977. A cette période là, elle a été conçue pour remédier aux difficultés de communication qu'il existaient entre les avocats et les scientifiques, par le manque d'approche pratiques et systématiques pour le l'arrangement et la prise de décision prioritaire. La chose la plus difficile au sujet d'AHP est son titre, Analytic Hierarchic Process :

- Analytic (analyse) : L'analyse est l'opposé de la synthèse, qui implique de remonter ou combiner des pièces pour en faire une entité.
- Hierarchic (hiérarchique) : une entité est presque toujours hiérarchique en structure. Cela veut dire qu'elle est divisée en unités qui sont subdivisées en plus petites unités.
- Process (procédure) : une procédure est une série d'action, de transformation, ou de fonctions qui génère une fin ou un résultat.

La procédure d'analyse hiérarchique (AHP) n'est pas une formule magique ou un modèle qui trouve la bonne réponse. Plutôt, c'est un processus qui aide le décideur dans sa quête d'une meilleure réponse.

## 2. Les étapes de calcul par l'AHP.

Cette méthode se décompose en quatre étapes : hiérarchisation des indicateurs par importance du plus important au moins important, construction d'une matrice à partir de la comparaison de deux à deux des indicateurs, détermination des poids associés à chaque indicateur grâce à une méthode approchée de calcul des vecteurs propres et enfin vérification de la consistance du résultat (Cherqui, 2005).

### 2.i. Définition de la structure hiérarchique du problème.

La première étape en employant AHP est de développer une hiérarchie en décomposant le problème en ses composant. Il existe quatre figure de structure hiérarchiques : hiérarchisation simple, hiérarchisation avec des sous objectifs, l'arborescence des scénarios et l'hiérarchisation en incluant plusieurs décideurs (voir la figure III-23). La structure hiérarchique de notre problème est une hiérarchisation avec des sous objectifs.

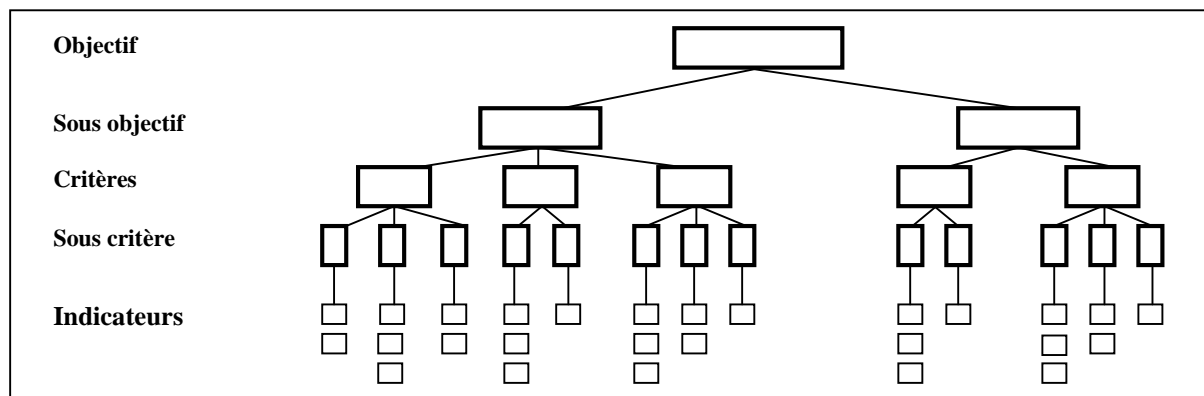


Fig. III-13 : Structure hiérarchique du problème.

### 2.ii. Hiérarchisation des indicateurs par importance.

Après l'arrangement du problème en un modèle hiérarchique, cette étape consiste à l'établissement des priorités entre indicateurs appartenants 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  $I_{i-1}$  et lui aussi plus important que  $I_i$ . A la fin,  $I_n$  est l'indicateur le moins important. L'importance ici n'est pas stricte,  $I_{i-1}$  peut être aussi important que  $I_i$ .

### 2.iii. 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 (1-9), voir le tableau ci-dessous (Harker, 1989), permettant d'introduire les jugements du décideur plus proche de sa réalité. Soit  $w_i$  le poids de l'indicateur  $I_i$ . La comparaison par paire des indicateurs conduit à définir le degré d'importance d'un indicateur par rapport à l'autre en fonction du tableau suivant :

Intensité de l'importance	Définition	Explication
1	Importance égale	Les deux indicateurs contribuent identiquement à l'objectif
3	Faible importance de l'un sur l'autre	L'expérience et le jugement favorisent légèrement un indicateur sur l'autre
5	Importance essentielle ou forte	L'expérience et le jugement favorisent fortement un indicateur sur l'autre
7	Importance démontrée	Un indicateur est fortement favorisé et sa prépondérance est démontrée
9	Importance absolue	Il est évident qu'un indicateur doit être favorisé au maximum
2, 4, 6, 8	Valeurs intermédiaires entre deux jugements adjacents quand un compromis est nécessaire	
Valeurs inverses	Utilisées pour montrer la dominance du second élément par rapport au premier.	

Tableau III-32 : Echelle d'importance entre indicateurs.

A titre d'exemple, si l'indicateur  $I_i$  possède une importance essentielle par rapport à l'indicateur  $I_j$ , le rapport  $w_i/w_j$  sera égal à 5. La comparaison entre tous les indicateurs donne la matrice suivante :

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

$a_{ij}$  est l'intensité de l'importance de  $I_i$  sur  $I_j$  et  $w_i$  le coefficient de pondération associé à  $I_i$ .

### 2.iii. Détermination des poids associés à chaque indicateur.

Dans cette étape, nous allons calculer le vecteur des coefficients de pondération  $W = \{w_1 \dots w_2 \dots w_n\}$ . Pour ce faire, nous divisons chaque  $a_{ij}$  par la somme des valeurs de la colonne correspondante et ensuite nous effectuons une moyenne par ligne, soit l'opération mathématique suivante :

$$W = \begin{bmatrix} \frac{a_{11}}{\sum_{k=1}^n a_{k1}} + \dots + \frac{a_{1i}}{\sum_{k=1}^n a_{ki}} + \dots + \frac{a_{1n}}{\sum_{k=1}^n a_{kn}} \\ \dots \\ \frac{a_{i1}}{\sum_{k=1}^n a_{k1}} + \dots + \frac{a_{ii}}{\sum_{k=1}^n a_{ki}} + \dots + \frac{a_{in}}{\sum_{k=1}^n a_{kn}} \\ \dots \\ \frac{a_{n1}}{\sum_{k=1}^n a_{k1}} + \dots + \frac{a_{ni}}{\sum_{k=1}^n a_{ki}} + \dots + \frac{a_{nn}}{\sum_{k=1}^n a_{kn}} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \frac{\sum_{l=1}^n \frac{a_{1l}}{\sum_{k=1}^n a_{kl}}}{n} \\ \dots \\ \frac{\sum_{l=1}^n \frac{a_{il}}{\sum_{k=1}^n a_{kl}}}{n} \\ \dots \\ \frac{\sum_{l=1}^n \frac{a_{nl}}{\sum_{k=1}^n a_{kl}}}{n} \end{bmatrix}$$

Donc chaque coefficient  $w_i$  est obtenu par la formule suivante :

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

Dont la somme des  $w_i$  doit être égale à 1.

**2.iii.iii. Vérification de la consistance du résultat.**

Un grand avantage de la méthode est qu'elle calcule un indice dit « ratio de consistance » ou bien de 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 que il y a une chance de 20 % que le décideur ait répondu aux questions d'une façon purement aléatoire. Donc il est recommandé que le décideur révise quelques jugements. Ainsi, l'AHP n'exige pas des décideurs d'être cohérent mais plutôt fournit une mesure d'incohérence et permet de réduire cette incohérence.

On définit les vecteurs suivants :

$[\lambda'_1 \dots \lambda'_i \dots \lambda'_n]$  et  $[\lambda_1 \dots \lambda_i \dots \lambda_n]$  tel que :

$$\begin{bmatrix} \lambda'_1 \\ \dots \\ \lambda'_i \\ \dots \\ \lambda'_n \end{bmatrix} = \sum_{k=1}^n w_k \times \begin{bmatrix} a_{1k} \\ \dots \\ a_{ik} \\ \dots \\ a_{nk} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} a_{11} \\ \dots \\ a_{i1} \\ \dots \\ a_{n1} \end{bmatrix} w_1 + \dots + w_i \times \begin{bmatrix} a_{1i} \\ \dots \\ a_{ii} \\ \dots \\ a_{ni} \end{bmatrix} + \dots + w_n \times \begin{bmatrix} a_{1n} \\ \dots \\ a_{in} \\ \dots \\ a_{nn} \end{bmatrix}$$

Et 
$$\lambda_i = \frac{\lambda'_i}{w_i}$$

Puis 
$$\lambda_{\max} = \frac{\sum_{i=1}^n \lambda_i}{n}$$

L'index de consistance CI (Saaty, 1996) est alors :

$$CI = \frac{\lambda_{\max} - n}{n - 1}$$

Pour calculer le ratio de consistance CR, on divise l'index de consistance par une valeur RI dépendant du nombre d'indicateur n donnés par la table suivante :

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 III-33 : valeurs du coefficient RI.

$$CR = \frac{CI}{RI}$$

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. Le vecteur  $\lambda'_i$  maximum indique la ligne dans laquelle il y a un problème avec un coefficient  $a_{ij}$ . Si plusieurs coefficients sont en cause, l'erreur devient plus difficile à localiser.

### III.4.5. Mode de représentation des résultats.

Pour offrir une bonne visualisation des résultats, il est nécessaire d'organiser les performances dans une présentation lisible et facilement compréhensible. Pour une évaluation multicritère, il existe trois types de représentation graphiques : le radar, la courbe et l'histogramme.

La représentation radar permet une bonne lisibilité des performances, par contre la lecture peut être faussée par l'ordre dans lequel les critères sont placés. Cette représentation est surtout utilisée pour la comparaison entre plusieurs variantes de projets. La représentation sous forme de courbes, pose des problèmes de lecture dans le cas où le nombre de critère dépasse trois.

Pour avoir une meilleure représentation des résultats et donner une souplesse à la lecture des performances pour les critères, nous avons opté pour une représentation sous forme d'un

histogramme (Figure III-24). D'après (Chatagnon, 1999), la représentation de la performance sous forme d'histogramme pour indicateur est une des représentations n'induisant pas de biais de lecture. L'analyse de chaque critère est indépendante des autres et l'ordre des critères influe faiblement sur la lecture de résultats. Néanmoins, l'augmentation du nombre de critère diminue la lisibilité des résultats.

D'après ce que nous avons rapporté par la méthode d'évaluation de la performance, l'échelle de performance est variable entre 0 et 1. L'attribution de la note de performance pour chaque indicateur, dépend de l'objectif ou du sous objectif traité.

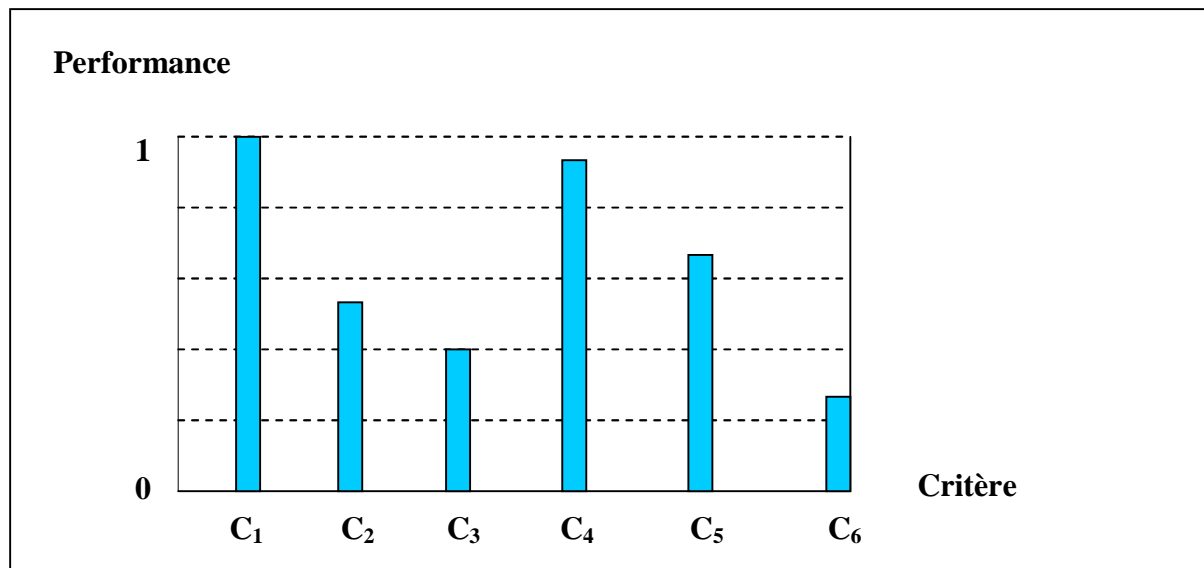


Fig. III-14 : Représentation graphique sous forme d'histogramme.

### III.5. Organigramme générale de la méthodologie de l'étude.

Après avoir donné le détail des différentes étapes de la méthode d'évaluation des performances, nous allons représenter ces étapes en forme d'organigramme pour éclaircir la méthodologie générale adoptée dans le cadre de cette étude (figure III-25).

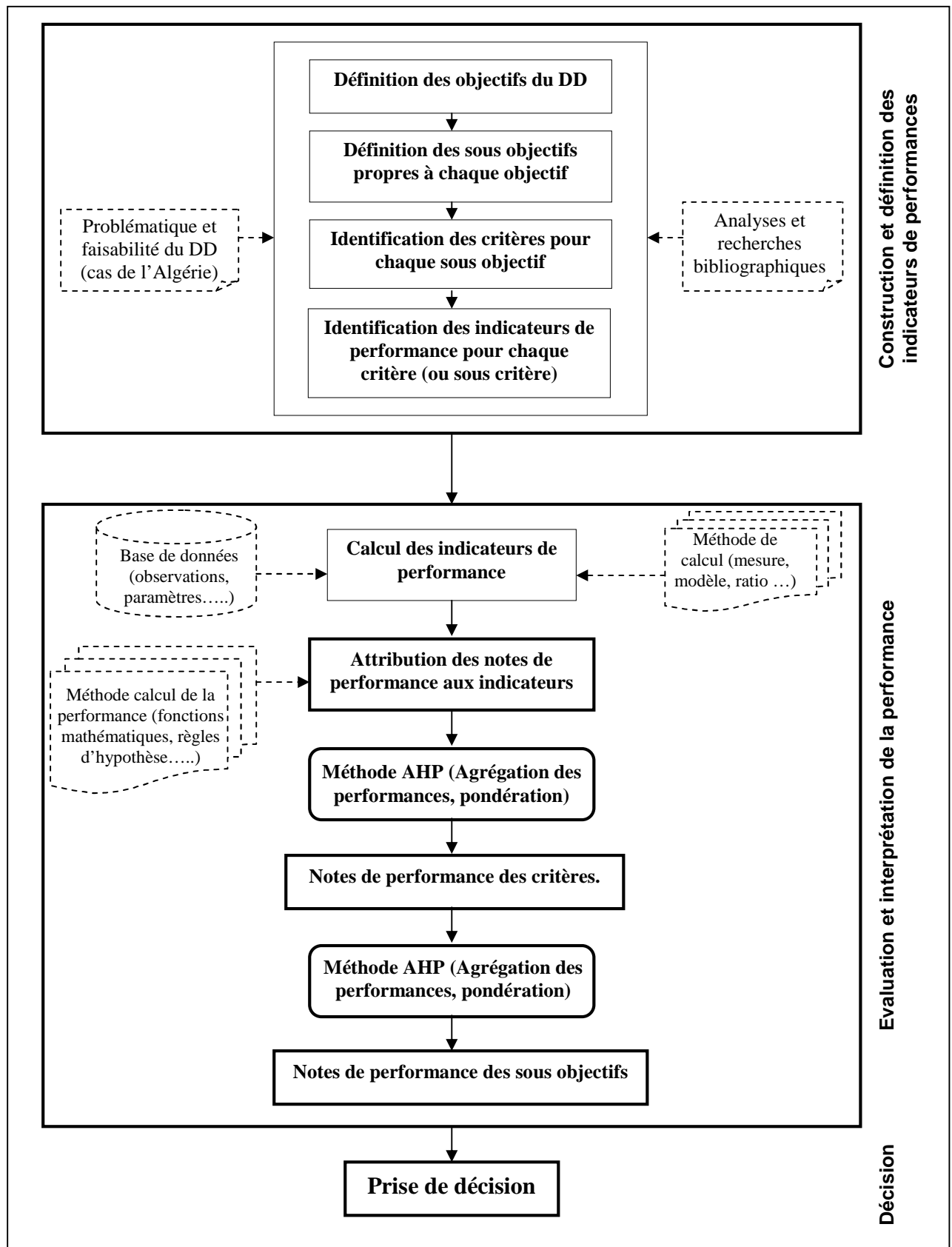


Fig. III-15 : Organigramme de la méthodologie générale de l'étude.



### III.6. Conclusion.

Ce chapitre a présenté dix neuf critères qui permettent la modélisation de la performance à partir de quatre sous objectifs principaux. Les propositions d'indicateurs retenus ont suivi la démarche suivante :

- L'exposé de la problématique de DD en matière d'assainissement urbain, qui a permis de proposer une première perspective des différentes actions nécessaires à mener et les objectifs attendus à travers ces actions.
- L'analyse bibliographique sur les méthodes et les indicateurs existant pour réaliser une évaluation.
- Proposition des indicateurs avec un nom, une définition, un mode de calcul, une unité de mesure et les données nécessaires à leurs utilisations.
- La définition des valeurs seuil des indicateurs pour qualifier leurs performances.

La méthode d'évaluation de la performance proposée dans ce chapitre s'insère dans une démarche globale d'évaluation. Cette méthode est considérée comme une boîte noire, alimentée dans sa phase amont par la définition et la construction des indicateurs de performance, et la phase aval correspond à la prise de décision à partir de la représentation des performances.

La suite du document fera l'objet d'une mise en application de la méthode proposée. La transcription informatique est indispensable pour offrir un caractère ergonomique, et trouver une application auprès des gestionnaires de systèmes d'assainissement.

## **CHAPITRE IV**

---

# ***Développement informatique et présentation de l'outil DURSAU 1.0***

*La mise en oeuvre informatique est une transcription sur machine de la méthodologie d'évaluation proposée. L'outil développé permet le calcul des notes de performance des critères et des sous objectifs pour lesquels la modélisation de la performance a été réalisée. Cet outil présente les résultats de performance sous formes des histogrammes.*

### **IV.1. Introduction.**

Pour que la méthodologie conçue soit utilisable plus aisément, elle ne peut rester sous une forme « papier ». Le calcul des indicateurs et des performances apparaît plus fastidieux pour l'utilisateur. Le passage sur un support informatique s'est donc révélé nécessaire non seulement dans l'objectif de la diffusion ultérieure d'un outil mais également pour faciliter le travail qui va suivre le développement : l'application sur un cas réel. La première tâche dans la mise en œuvre informatique est la conception de la base de donnée, qui permettra de stocker les informations brutes concernant le système d'assainissement, et qui contribuera à alimenter le calcul des indicateurs de performance. La deuxième tâche est la programmation des procédures de calcul des performances et la présentation graphique des résultats. Pour cela nous avons opté pour une représentation sous formes d'organigrammes détaillés des différentes tâches. En annexe IX nous trouverons des prises d'écran pour expliquer le chemin à parcourir pour évaluer la performance globale du système.

## IV.2. Langage de programmation.

L'application informatique **DURSAU 1.0** (**DUR**abilité des **S**ystèmes d'**A**ssainissement **U**rbains), a été programmée en langage Visual Basic. Le logiciel Microsoft Visual Studio 6.0 a été utilisé pour écrire la programmation de l'application. Ce langage a été choisi pour la simplicité de programmation et surtout pour la nature visuelle des applications réalisables. La programmation de la base de données avec Visual Basic offre une grande souplesse à l'application pour naviguer entre les différentes interfaces de l'application et envoyer des requêtes pour interroger la base de données.

Visual Basic est un langage orienté objet, c'est-à-dire qu'un projet Visual Basic est constitué « *de procédures événementielles attachées aux objets de l'application* ». Par exemple, lorsqu'un objet (bouton, champs de texte,...) est activé (clic de souris ou frappe de clavier), une portion du code correspondant à l'événement d'activation va s'exécuter. Un programme en Visual Basic est donc constitué d'un ensemble de petits programmes indépendants (procédures), qui sont activés lorsque certains événements interviennent. L'application DURSAU est exécutable sous un environnement de Microsoft Windows.

## IV.3. Modélisation et structuration des données.

L'implantation des données liées au système d'assainissement sur ordinateur nécessite tout d'abord une conception architecturale des données de ce système. Pour cela nous devons suivre les étapes suivantes :

- Etape conceptuelle : représente la vision des différents composants du système d'assainissement que l'on tente de modéliser dans la base de données. Cette représentation est accompagnée par l'intégration de l'ensemble des données relatives au système d'assainissement étudié.
- Etape de mise en œuvre logique : c'est la mise en œuvre de l'ensemble des composants du système dans l'étape précédente. Ce ci est faisable par la mise d'un outil permettant de regrouper les composant du système et la description des liens qui les associent. Cette étape nous permettra de parcourir l'espace des données de tout le système.
- Etape de mise en œuvre physique : c'est la phase de l'implantation des structures de données du système d'assainissement sur un support physique (ordinateur). Toutes les structures peuvent être traitées par l'utilisation des logiciels des systèmes de gestion de bases de données (SGBD).

Physiquement, les données de tous les projets sont regroupées dans une seule table, mais via l'utilisation des requêtes SQL, l'utilisateur peut consulter les données de chaque projet en les affichant par groupe spécifique à un composant du système d'assainissement ou à un objectif (voir même sous objectif). Par exemple dans la table Milieu\_Récepteur nous avons tous les paramètres liés à l'évaluation de la qualité des eaux du milieu récepteur. Chaque table est caractérisée par :

- Un nom
- Un (des) attribut (s)
- Type de champs (numérique, alphanumérique, date,...etc.).
- Unité.

Pour plus de détail dans l'annexe V, l'utilisateur trouvera l'ensemble des données à entrer dans l'outil DURSAU.

## VI.4. Mise en œuvre informatique de la base de données.

L'implantation de la base de données sur ordinateur est faite via le gestionnaire de données « Microsoft Access ». Ce gestionnaire est directement intégré dans l'environnement de développement « Visual Basic », donc l'appel et la manipulation se font toujours avec le langage Visual Basic. Les tables de données sont conçues directement avec le gestionnaire Access, ce dernier offre une grande possibilité de créer des relations entre les différentes tables ainsi que d'envoyer des requêtes pour interroger la base.

Le lien entre notre application de calcul de la durabilité et la base de données créée est géré par Access, est établi par le concepteur « Data Environnement ». Ce concepteur est intégré dans le langage de développement Visual Basic, il permet de définir les requêtes formulées par le langage SQL pour interroger la base de données Access. Donc le concepteur « Data Environnement » est une sorte de connexion à définir entre le programme de calcul et la base de données, afin que l'utilisateur puisse effectuer des manipulations sur la base de données, comme la modification des données ou l'ajout et la suppression des enregistrements (champs).

## IV.5. Présentation de l'outil informatique « DURSAU ».

Le prototype DURSAU est la transcription informatique de la méthodologie d'évaluation de la durabilité, décrit dans le troisième chapitre. Cet outil est une aide à l'évaluation de la durabilité des systèmes d'assainissement urbains et qui permettra dans une autre approche de choisir le système le plus durable parmi un ensemble de projets d'assainissement en phase de conception ou d'exploitation.

L'application est constituée d'un seul fichier exécutable « DURSAU.exe », auquel sera attachée une base de données qui stocke toutes les données de chaque projet créé dans l'application elle-même. Le prototype est une application multifenêtres. Une fenêtre principale est ouverte en permanence et permet de naviguer dans le logiciel et de modifier les informations enregistrées. Contrairement à un outil linéaire, pour lesquels les fenêtres s'ouvrent les unes après les autres, les applications multifenêtres, pour lesquels il est possible de revenir à des fenêtres déjà fermées, offrent une fonction itérative. Cette particularité permet aussi de consulter la base de données de tous les projets existants et de procéder à des mises à jours sans lancer le calcul d'un projet.

Dans la figure IV-1 nous présentons l'organigramme de calcul de la performance selon l'outil DURSAU. La légende suivante permettra de comprendre l'organigramme :

- Manipulations effectuées par l'utilisateur
- Opérations effectuées par le programme

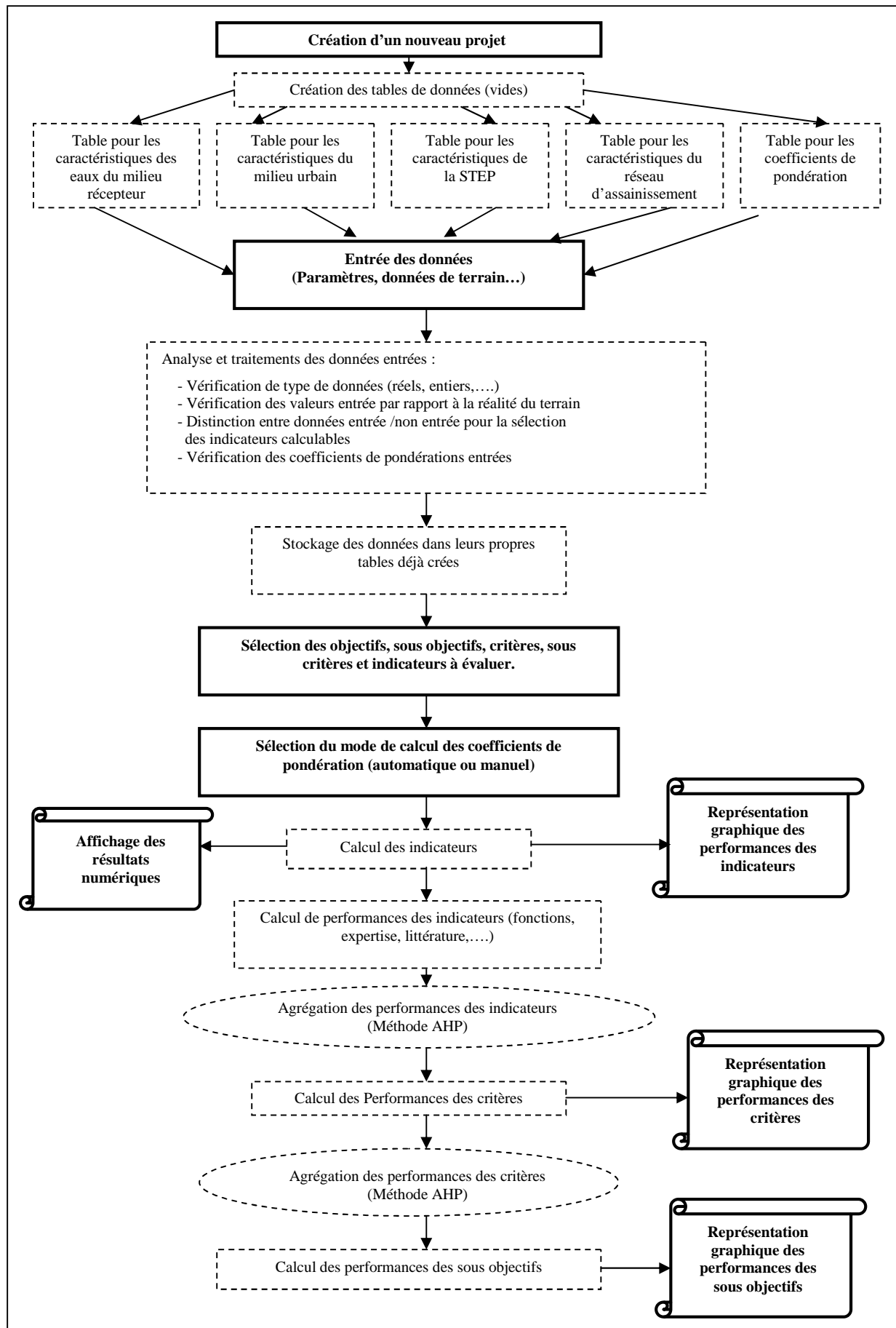
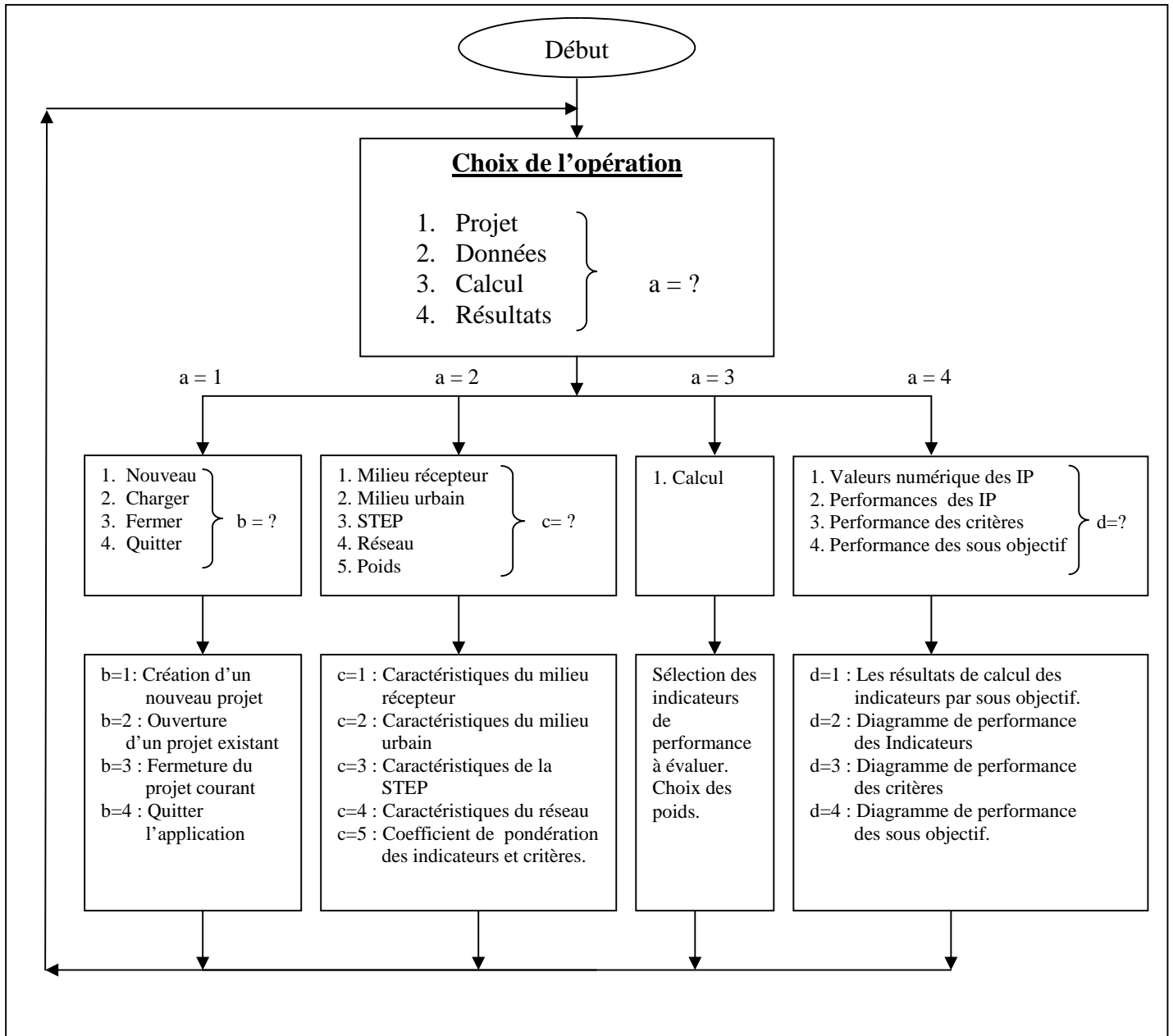


Fig. IV-1 : Organigramme général de calcul de la durabilité par l'outil DURSAU.

**IV.5.1. Menu général de l’outil.**

Afin de pouvoir donner plus de lucidité sur notre modèle informatique d’évaluation de la durabilité, nous avons opté pour une représentation sous forme d’organigramme détaillé des différentes tâches qui seront manipulées par l’utilisateur.



**Fig. IV-2 : Menu général de l’outil DURSAU.**

### IV.5.2. Création d'un nouveau projet.

La création d'un nouveau projet passe par l'attribution d'un nom de projet différent aux noms déjà existants, ensuite l'utilisateur sera invité à remplir les champs des données à intégrer dans la base et qui seront regroupés dans des table pour chaque type de données.

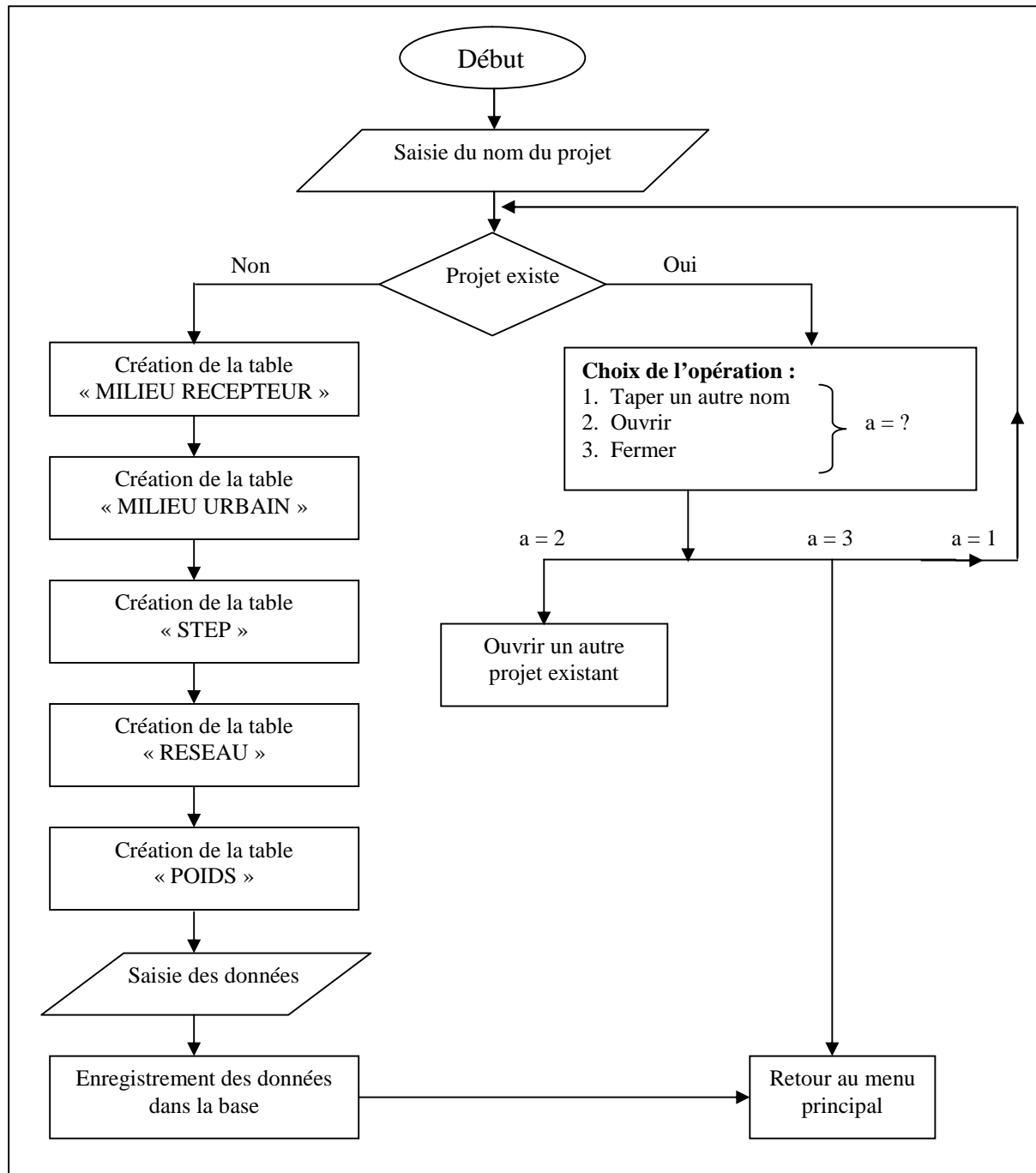


Fig. IV-3 : Organigramme de création d'un nouveau projet.

### IV.5.3. Visualisation d'un projet existant.

Durant cette opération il est possible de visualiser les données d'un projet existant et de procéder à des manipulations sur la base de données, comme la modification des données ainsi que la suppression des données d'un projet existant ou l'ajout des données d'un nouveau projet.

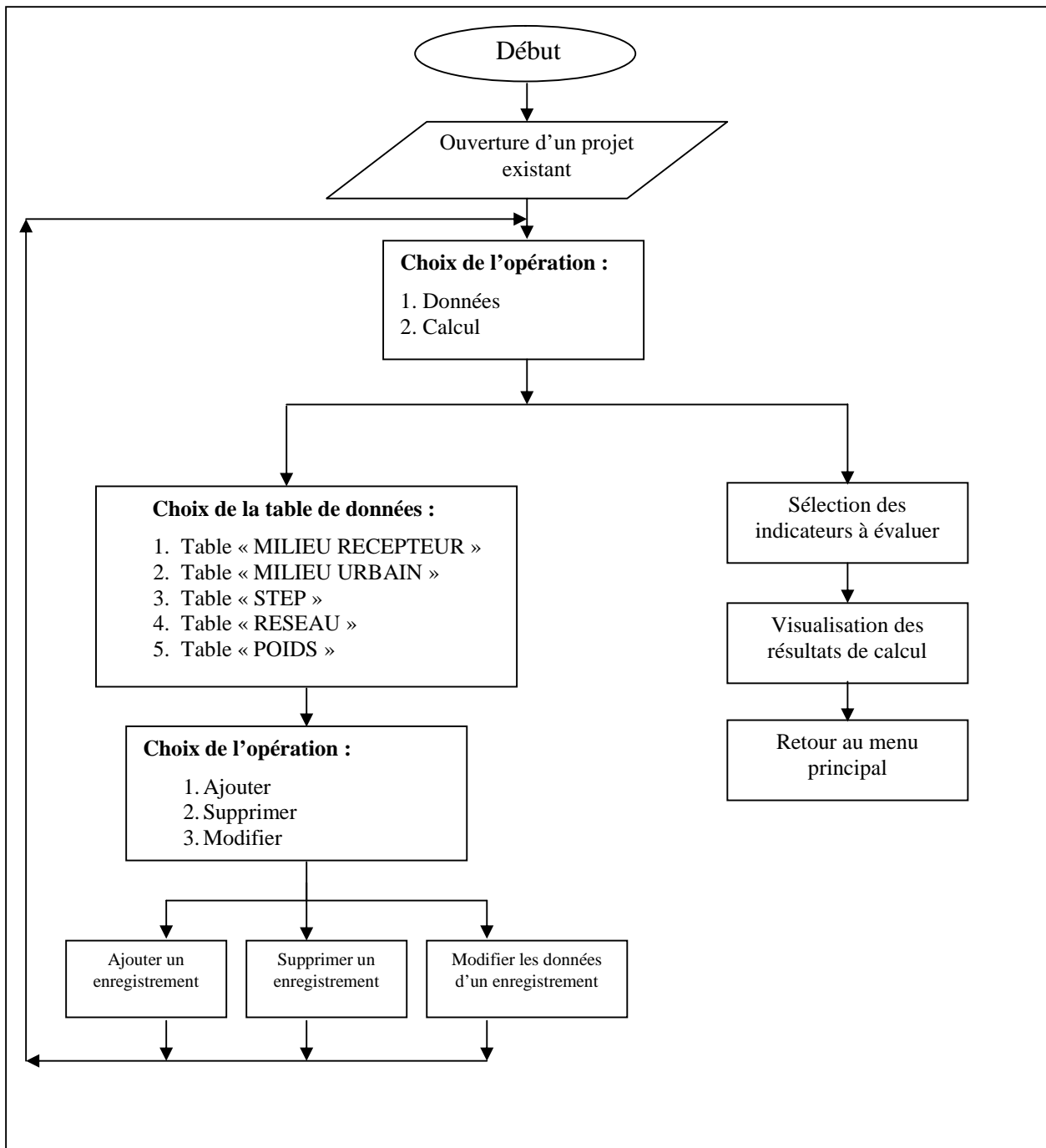


Fig. IV-4 : Organigramme de visualisation d'un projet existant.



#### IV.5.4. Organigramme de calcul de la performance d'un projet.

L'évaluation de la durabilité peut s'effectuer soit en passant par la sélection d'un projet existant soit par la création du projet.

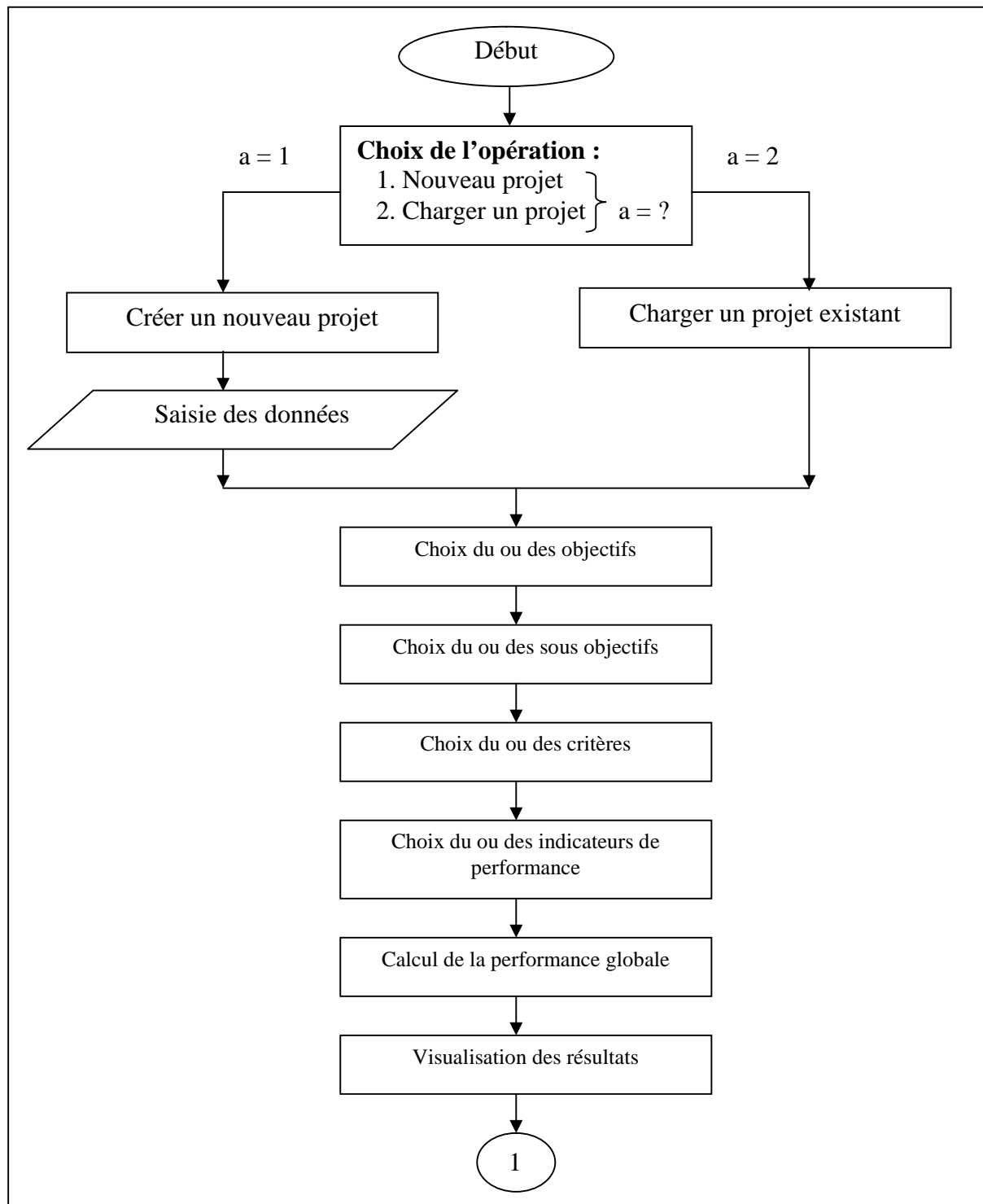


Fig. IV-5 : Organigramme de calcul de la performance d'un projet.

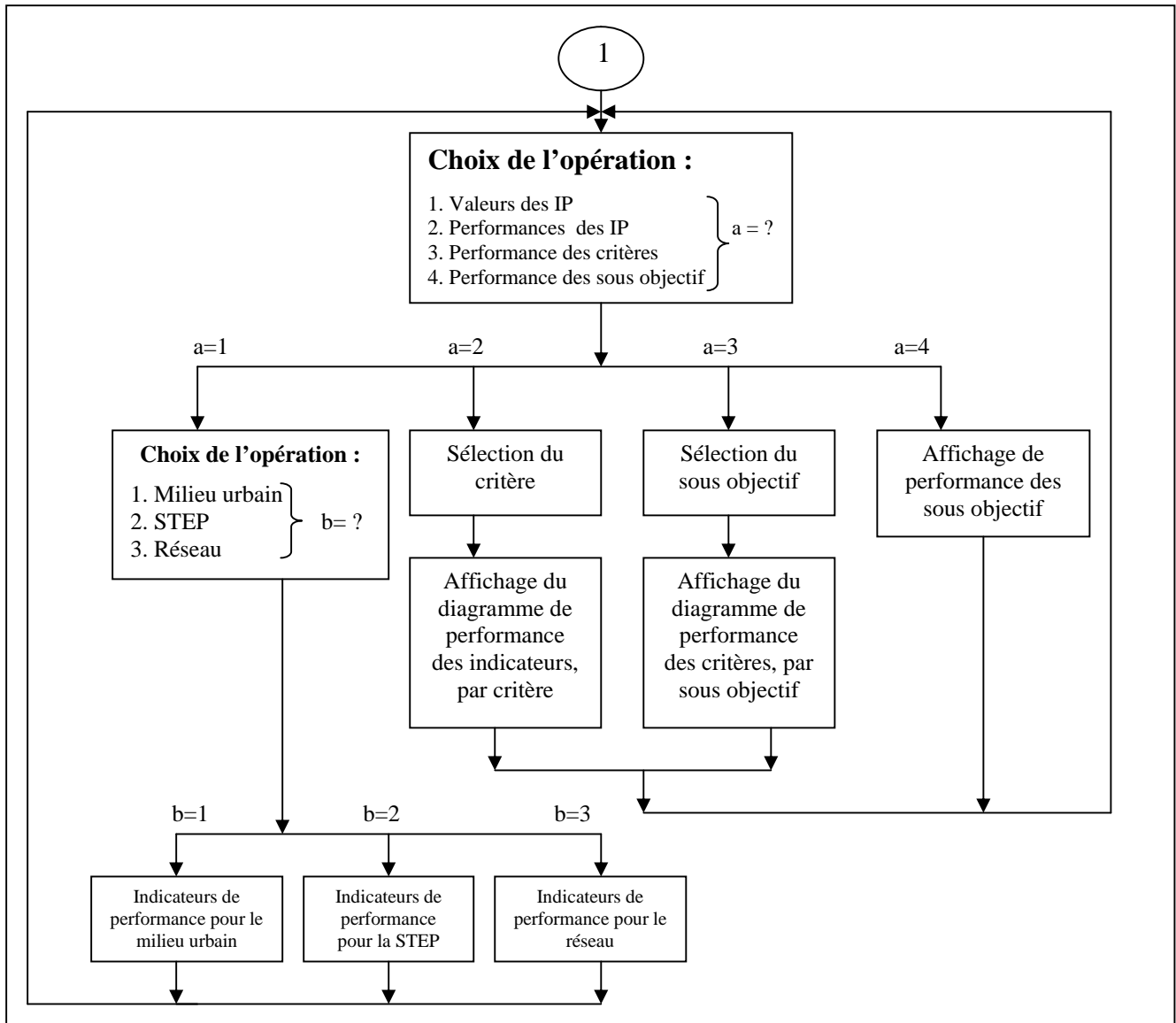


Fig. IV-6 : Organigramme de visualisation des résultats.

## IV.6. Conclusion.

Le développement d'une version informatique de la méthodologie d'évaluation, permet d'une part de traiter des problèmes insurmontables à la main du fait de la complexité des méthodes de calculs des indicateurs et avec un gain de temps et de l'efficacité aussi. D'autre part elle permet de transmettre aux gestionnaires des connaissances sur le système d'assainissement sous forme des diagrammes de performance des différents composant du système. Dans le chapitre suivant nous confrontons l'outil développé avec un cas réel. Nous avons choisi le système d'assainissement de la ville de Jijel pour deux raisons : la première est que la station d'épuration est fonctionnelle depuis une année, ce qui nous aidera à quantifier la pollution générée par le réseau. La deuxième raison est la présence du groupe d'étude SCE sur place, pour une étude de diagnostique et de réhabilitation du système d'assainissement de la ville de Jijel. Nous avons exploité une bonne partie de cette étude pour l'application de l'outil DURSAU.

### *Application de l'outil DURSAU sur un cas réel (Cas de la ville de Jijel)*

*A l'issue du travail mené jusqu'à maintenant, nous confrontons la méthode élaborée avec un cas d'étude. Nous avons choisi le système d'assainissement de la ville de Jijel par rapport à la disponibilité des données nécessaires pour évaluer les quatre sous objectifs construits et retenus dans le cadre de cette étude.*

#### **V.1. Introduction.**

L'application sur un cas réel permet d'étudier le comportement et la sensibilité des indicateurs et des performances face aux variations des valeurs et des paramètres ainsi que les caractéristiques des systèmes d'assainissement étudiés. Ce test permettrait aussi de vérifier si la réaction des performances face à ces variations est conforme aux impacts sur l'environnement du système d'assainissement. On peut aussi identifier les paramètres ou les indicateurs les plus importants et sur lesquels repose l'évaluation de la performance des critères pour chaque objectif du développement durable.

Dans notre cas, nous allons appliquer la méthodologie élaborée sur le système d'assainissement de la ville de Jijel, pour évaluer la durabilité du système, sous forme de performance, selon les quatre sous objectifs déjà analysés dans le troisième chapitre. Il sera donc proposé des variantes, selon chaque sous objectif, et pour le même système :

- Des variantes conçues à partir des données de mesures sur les paramètres de pollution à l'entrée et à la sortie de la STEP. Ces variantes considèrent que les concentrations, les charges massiques des paramètres de pollution et les débits d'entrée et de sortie à la STEP, sont représentés par une moyenne arithmétique ou bien par une moyenne pondérée d'un échantillon de valeurs journalières sur les cinq mois d'observation.
- D'autres variantes seront proposées à partir des méthodes d'évaluation de la performance globale des critères (ex. qualité des eaux pour l'irrigation).
- Ou bien des variantes proposées à partir des méthodes de calcul des indicateurs de performance (ex. ratio de pollution théorique ou ratios déduits des mesures...).

## V.2. Présentation du système d'assainissement de la ville de Jijel.

### V.2.1. Données générales.

La population de la ville de Jijel est estimée à 129 912 habitant en 2005, d'après le document de révision du PDAU de novembre 2007. La ville est traversée par quatre oued : l'Oued Medabegh, l'Oued Mautas, l'Oued Kantara et l'Oued Mencha. Les rejets de la STEP s'effectuent dans l'oued Mautas. Ces quatre Oueds prennent toutes leurs sources dans les contreforts calcaires au sud de la ville. Le nombre de rejets directs est de 56 rejets, essentiellement concentrés sur l'oued Mautas. Le volume d'eau rejeté directement dans le milieu naturel est estimé à 3 000 m<sup>3</sup>/j (SCE, 2009).

Le réseau d'assainissement est à 92% unitaire et 8% pour le réseau des eaux pluviales. Il est caractérisé par huit bassins versant dont la moitié se déverse au milieu naturel. En terme de linéaire, 76 % du réseau unitaire est pris en charge par la STEP, tandis que 22 % aboutit au milieu naturel. Le volume journalier arrivant à la STEP est de l'ordre de 9 400 m<sup>3</sup>/j, dont la capacité de traitement de la STEP est de 30 000 m<sup>3</sup>/j.

Pour l'alimentation en eau potable, la ressource exploitée provient de 60% des forages et 40% du barrage d'El Agrem, pour un volume journalier moyen de 22 500 m<sup>3</sup>/j injecté dans le réseau de distribution. Le rendement du réseau d'eau potable est de 70 %, dont 25 % du volume qui fuit le réseau d'AEP est récupéré par le réseau des eaux usées.

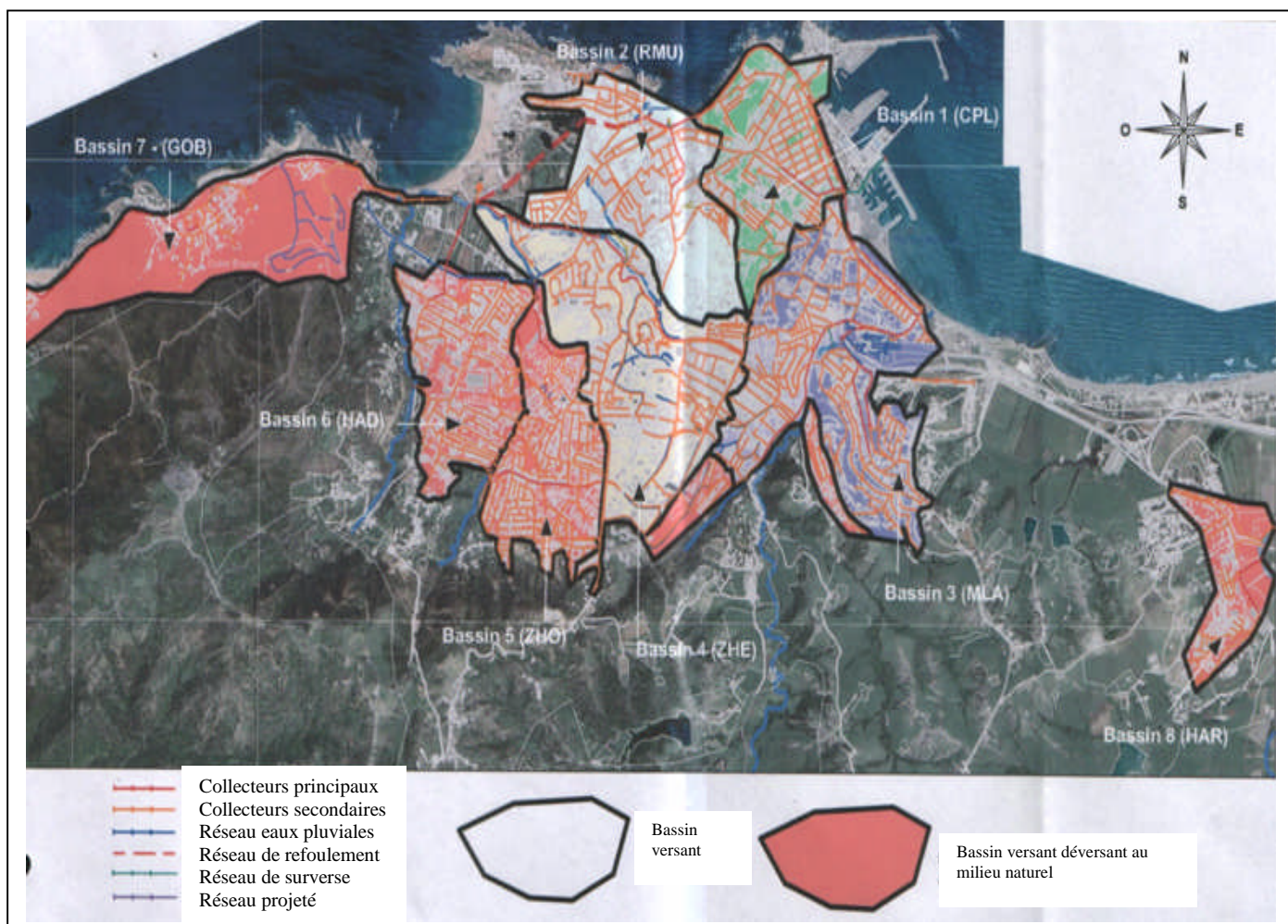


Fig. V-1 : Plan de situation des bassins versants.

## V.2.2. Caractéristiques du milieu récepteur.

Des prélèvements ont été effectués par le groupe d'étude SCE dans le milieu récepteur, à 50 m en aval et amont des rejets de la STEP (dans l'oued Mautas), en période de temps sec (Août 2008).

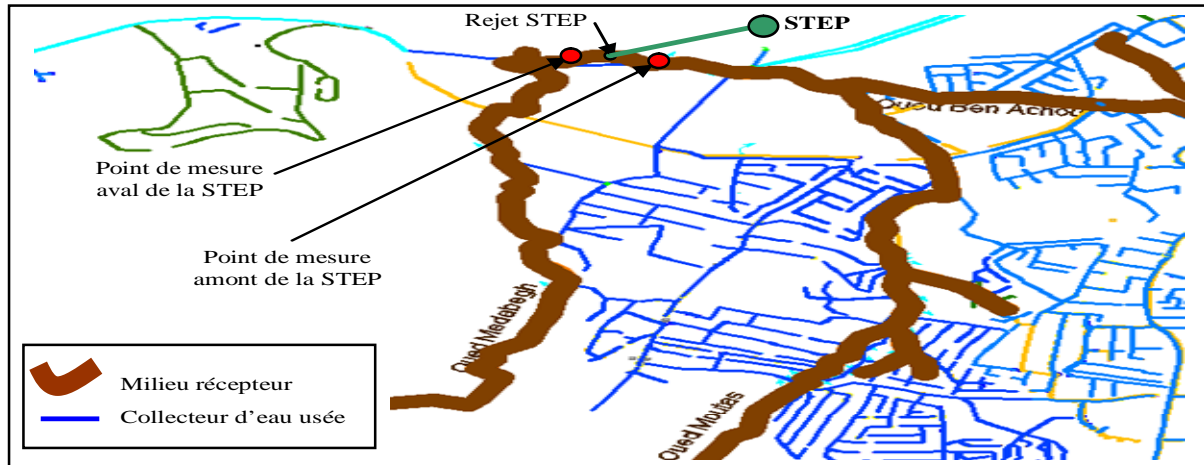


Fig. V-2 : Emplacements des points de mesures sur l'oued Mautas.

Les analyses ont été réalisées par le laboratoire central de SEAAL. Les résultats des analyses physico-chimiques et bactériologiques sont présentés dans les figures : V-3, V-4 et V-5.

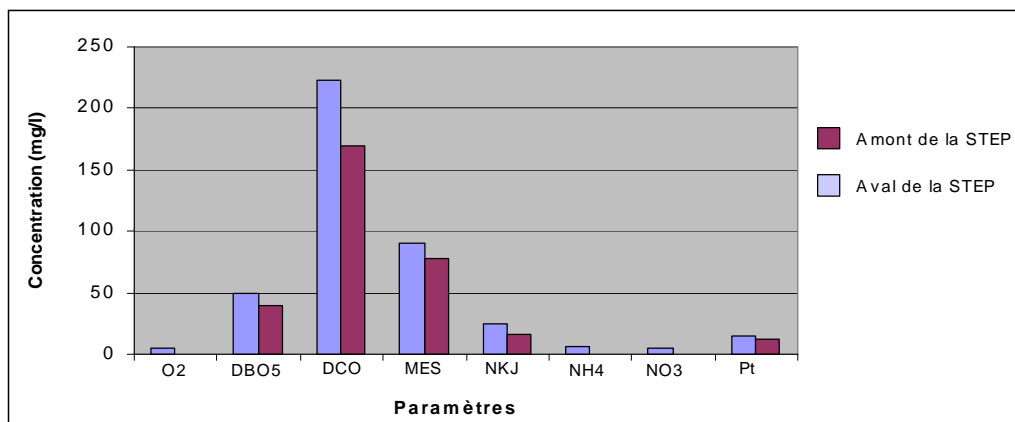


Fig. V-3 : Qualité physicochimique de l'Oued Mautas (en amont et aval de la STEP).

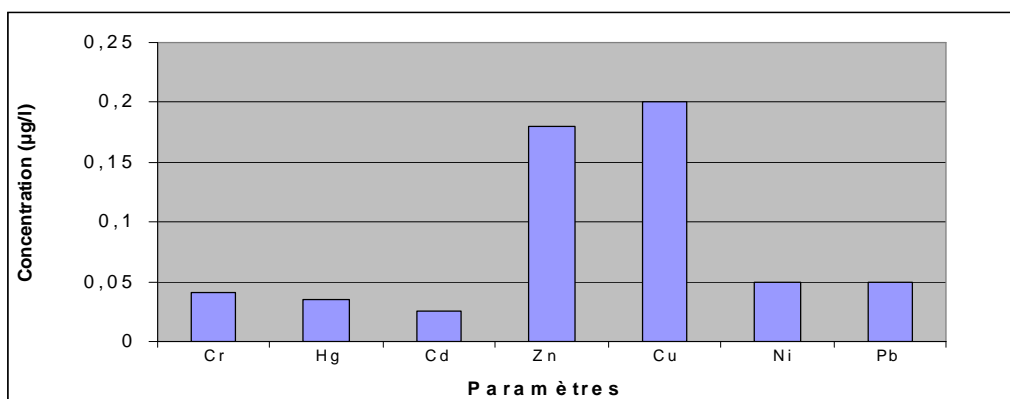


Fig. V-4 : Qualité de l'Oued Mautas en métaux lourds (en aval des rejets de la STEP)

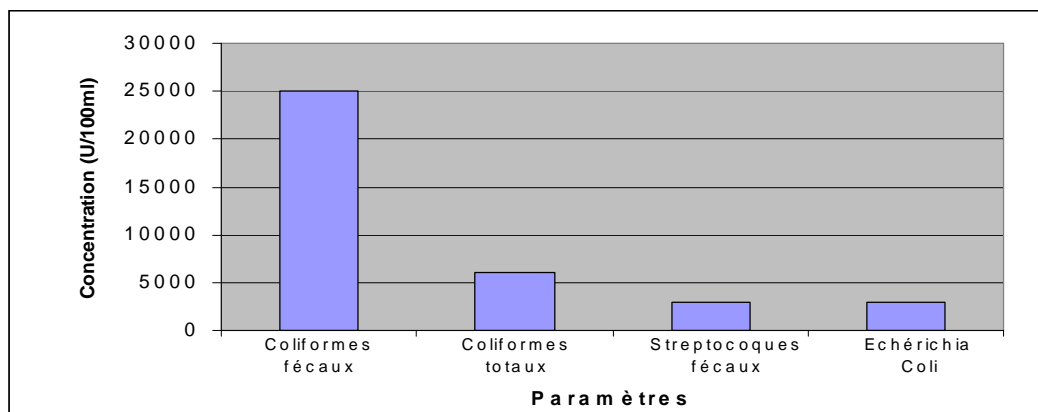


Fig. V-5 : Qualité bactériologique de l'Oued Mautas (en aval des rejets de la STEP)

Les effluents sortant de la STEP se déversent directement dans l'oued de Mautas, lui-même qui se déverse dans la mer. L'oued Mautas est un affluent chargé des eaux usées urbains, est caractérisé par un faible débit de  $0,18 \text{ m}^3/\text{s}$ .

### V.2.3. Caractéristiques du milieu urbain.

Les caractéristiques du réseau d'assainissement vis-à-vis du milieu urbain portent principalement sur l'état des avaloirs, des regards et des tranchées de canalisation réfectionnées. Le tableau V-1 montre les quantités d'ouvrages incorrects ou mal conçus par rapport aux quantités totales.

Paramètres	Valeurs
Nombre de regards apparents et visitables (existant)	2315
Nombre de regards mal façonnés	1035
Nombre de regards absents	285
Nombre total de regards	2600
Nombre d'avaloirs mal façonnés	470
Nombre d'avaloir apparents et détectés (existant)	1986
Nombre d'avaloirs absents	286
Nombre total des avaloirs	2272
Longueur totale des tranchées (Km)	2,6
Longueur des tranchées non revêtues (Km)	0,86
Longueur des tranchées mal revêtues (Km)	1,3

Tableau V-1 : Caractéristiques du réseau d'assainissement vis-à-vis au milieu urbain.

### V.2.4. Caractéristiques portant sur la STEP.

La station d'épuration de la ville de Jijel est fonctionnelle depuis le 01/08/2008. Le mode traitement est à boues activées à faible charge, avec une capacité de traitement journalière de 30 000 m<sup>3</sup> pour un nombre d'équivalent habitant égale à 150 000. La capacité de traitement par rapport aux charges massiques journalières de l'effluent brut à l'entrée de la station, est représentée en fonction des quatre paramètres de pollution : DBO5, DCO, MES et NTK (tableau V-2).

Paramètres	Unité	Valeurs
Nombre d'équivalent habitant	eqh	150 000
Débit journalier traité (capacité de traitement)	m <sup>3</sup> /j	30 000
Charge massique maximale en DBO5	Kg/j	9 000
Charge massique maximale en DCO	Kg/j	12 000
Charge massique maximale en MES	Kg/j	7 500
Charge massique maximale en NTK	Kg/j	4 500

Tableau V-2 : Les paramètres de dimensionnement de la STEP.

Nous avons confronté les résultats des concentrations, à la sortie de la STEP, avec les normes algériennes de déversement des installations d'épuration (Journal officiel, 1993). Des dépassements de normes ont été constatés pour le paramètre MES. Les charges massiques correspondantes à ce dysfonctionnement sont présentées dans le tableau V-3.

Paramètres	MES	DBO5	DCO	Nt	Pt	PO4	pH	T°
Nombre de jours avec dépassement de la norme	8	0	0	0	0	0	0	0
Charge massique déversée hors norme (Kg/an)	524	0	0	0	0	0	-	-

Tableau V-3 : Charges massiques déversée hors normes.

Des analyses sur les boues ont été effectuées par le Laboratoire Régionale Centre (Alger) pour les deux mois de décembre 2008 et janvier 2009. Nous avons présenté dans la figure V-6 les caractéristiques physicochimiques des boues produites.

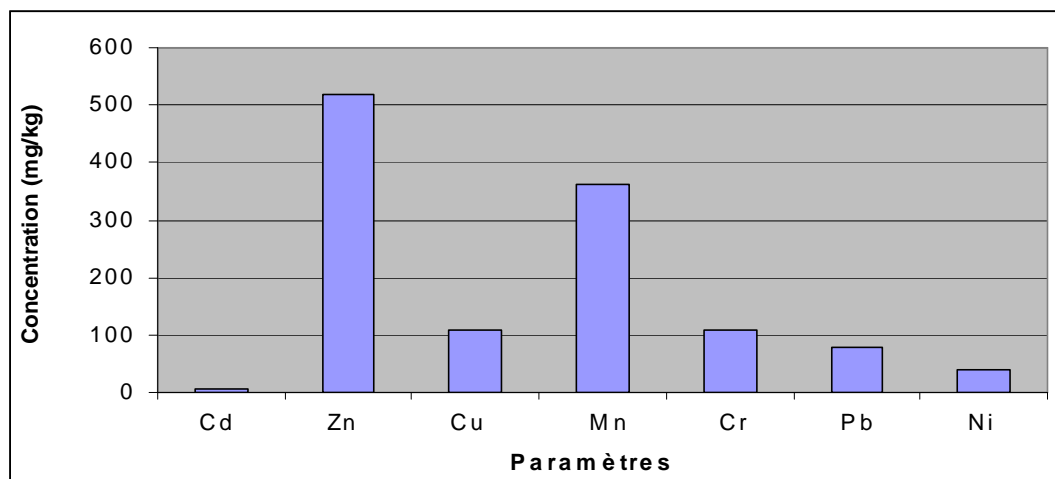


Fig. V-6 : Caractéristiques physicochimiques des boues après séchage (LCR – Alger).

Dans l'annexe X, nous présentons, sous forme de graphique, les mesures effectuées à l'entrée et à la sortie de la STEP, sur différents paramètres de pollution.



## V.2.5. Caractéristiques portant sur le réseau.

### V.2.5.1. Caractéristiques générales.

Le réseau d'assainissement de la ville de Jijel est d'une taille de 120 000 habitants émanant d'une agglomération de 129 912 habitants. Les eaux usées sont évacuées selon huit bassins de collecte, dont cinq sont raccordés à la STEP et les autres se déversent dans le milieu naturel. Le réseau d'assainissement est à 80% gravitaire, avec 5 stations de relevage. Le linéaire total du réseau est de 113 kilomètres.

Paramètres	Valeurs
Nombre habitants raccordés	120 000 hab
Volume des eaux usées collectées par le réseau (arrivant à la STEP)	9 434 m <sup>3</sup> /j
Volume d'eaux usées rejetées directement dans le milieu naturel (estimé)	3 000 m <sup>3</sup> /j
Volume d'eaux usées collecté par le réseau (théorique)	12 600 m <sup>3</sup> /j
Coefficient de rejets	0,8
Dotations journalière en eau potable	131 l/j/hab
Nombre total d'abonnés raccordés au réseau	19 557
Longueur (linéaire) totale du réseau	113 000 ml
Surface inondée	3 14 800 m <sup>2</sup>
Surface du bassin versant	17,5 Km <sup>2</sup>

Tableau V-4 : Caractéristiques générales du réseau d'assainissement.

### V.2.5.2. Estimation des ratios de production de la pollution par le réseau.

Afin de pouvoir effectuer des comparaisons entre les valeurs mesurées et les valeurs théoriques, nous avons estimé les ratios de production de pollution propres au réseau d'assainissement de la ville de Jijel, à partir de l'exploitation des données de mesures (représentées en annexe X).

Les charges massiques moyennes  $M_e$  des différents polluants à l'entrée de la STEP sont présentées pour les deux variantes (moyennes pondérées et moyennes arithmétiques) dans les figures V-12, V-13, V-14 et V-15. Ces charges correspondent à un volume moyen des eaux usées arrivant à la STEP  $Q_e$  de 9434 m<sup>3</sup>/j. Le volume des rejets directs  $Q_{RD}$  est de 3000 m<sup>3</sup>/j. donc, la charge polluante  $M_{RD}$  correspondante à ce volume est égale à :

$$M_{RD} (Kg / j) = \frac{M_e \times Q_{RD}}{Q_e}$$

La charge polluante totale  $M_T$  produite par le réseau est :

$$M_T = M_{RD} + M_e$$

Donc, le ratio de production de la pollution pour chaque paramètre est calculé par la formule suivante :

$$R_p (g / j / hab) = \frac{M_T (Kg / j)}{N(hab)} \times 1000$$

Les résultats de calcul pour les cinq paramètres de pollution sont présentés dans le tableau V-5, avec les ratios de production proposés par la littérature.

Paramètre	Ratios déduits de la littérature (g/j/hab)	Ratios déduits du système de Jijel (g/j/hab)
<b>DBO5</b>	54	25
<b>DCO</b>	79	46
<b>MES</b>	70	29
<b>NTK</b>	15	2,5
<b>Pt</b>	4	0,8

**Tableau V-5 : Ratios de production de la pollution.**

Pour estimer le volume des eaux rejetées par habitant, spécifique au système d'assainissement de la ville de Jijel, nous avons présenté un schéma de calcul dans le paragraphe V.4.4.1.

### V.2.5.3. Caractéristiques portant sur le service rendu aux abonnés.

Les données qui caractérisent le service rendu aux abonnés sont fournies par le service technique à la direction de l'ONA (unité de Jijel).

Paramètres	Valeur
<b>Nombre d'abonnés raccordés</b>	19 557
<b>Nombre d'abonnés raccordables</b>	20 586
<b>Nombre de plaintes déposées par an</b>	1 460
<b>Nombre de plaintes traitées dans les délais</b>	725 (≈ 50% des plaintes déposées)
<b>Délai moyen de réponse à une plainte</b>	≈ 3 jours

**Tableau V-6 : Caractéristiques du service rendu aux usagers.**

### V.3. Méthodologie d'exploitation des données et de calcul.

#### V.3.1 Organigramme de principe pour le choix des variantes.

Afin de tester le comportement des performances des critères et des sous objectifs face aux variations des données d'entrées, nous avons proposé d'étudier la durabilité de chaque sous objectif selon un schéma général. Ce schéma permet de proposer plusieurs variantes, soit à partir des données d'entrées, ou bien des méthodes de calcul de la performance des critères, ou bien à partir des méthodes de calcul des indicateurs (figure V-7).

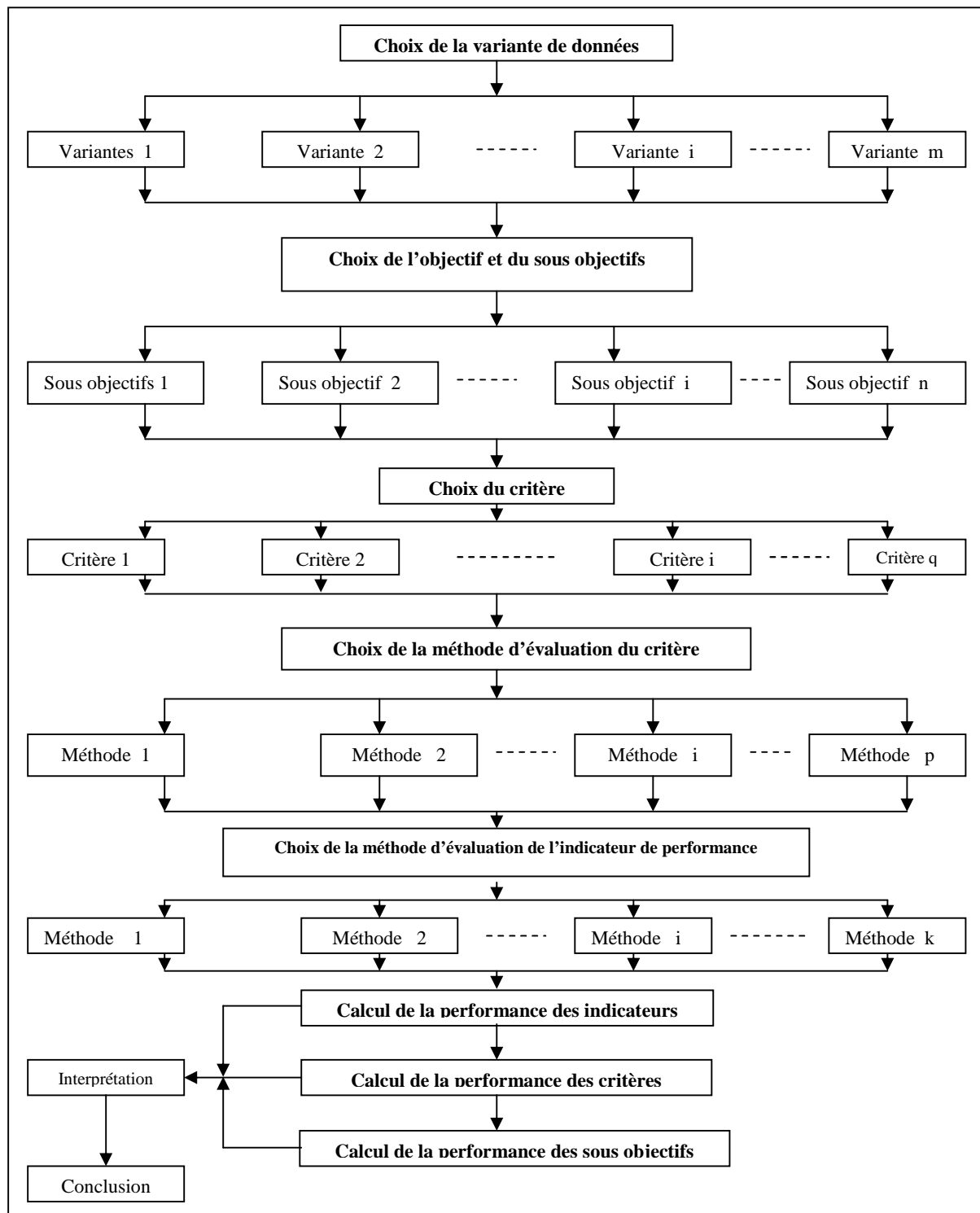


Fig. V-7 : Méthodologie générale pour le choix des variantes.

### V.3.2. Sous objectif « Qualité des eaux du milieu récepteur ».

Pour ce premier sous objectif, nous avons la possibilité de proposer des variantes à partir des méthodes d'évaluation de la performance globale des critères. Dans la première variante, nous proposons de calculer la performance de tous les critères avec la méthode AHP. Dans la deuxième variante, la performance globale est calculée à partir des approches fournies par la littérature (annexe VIII).

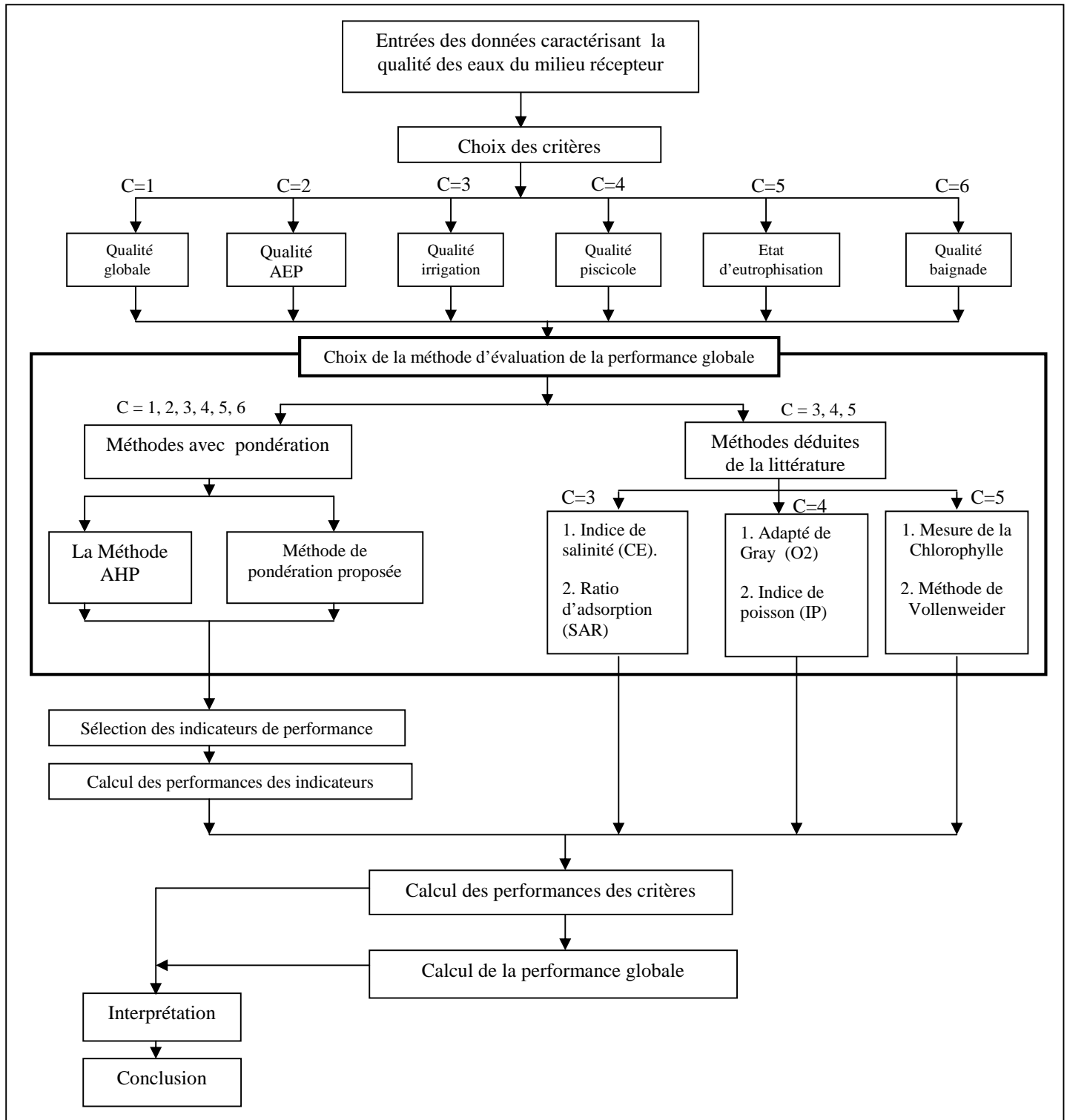


Fig.V-9 : Les variantes proposées pour le sous objectif «Qualité des eaux du milieu récepteur».

### V.3.3. Sous objectif «Qualité du milieu urbain ».

Pour ce cas, il n'est pas possible de proposer des variantes à partir des données d'entrée, puisque les données que nous possédons pour ce sous objectif sont des valeurs calculées après un cumul d'observation et d'enregistrement sur une période d'évaluation d'une année aux services de l'ONA (ex. Nombre de regards mal façonnés enregistrés). Concernant les méthodes de calcul de la performance globale, Il sera proposé deux variantes : la première sera calculée à partir de la méthode AHP, et la deuxième à partir de la méthode de pondération proposée.

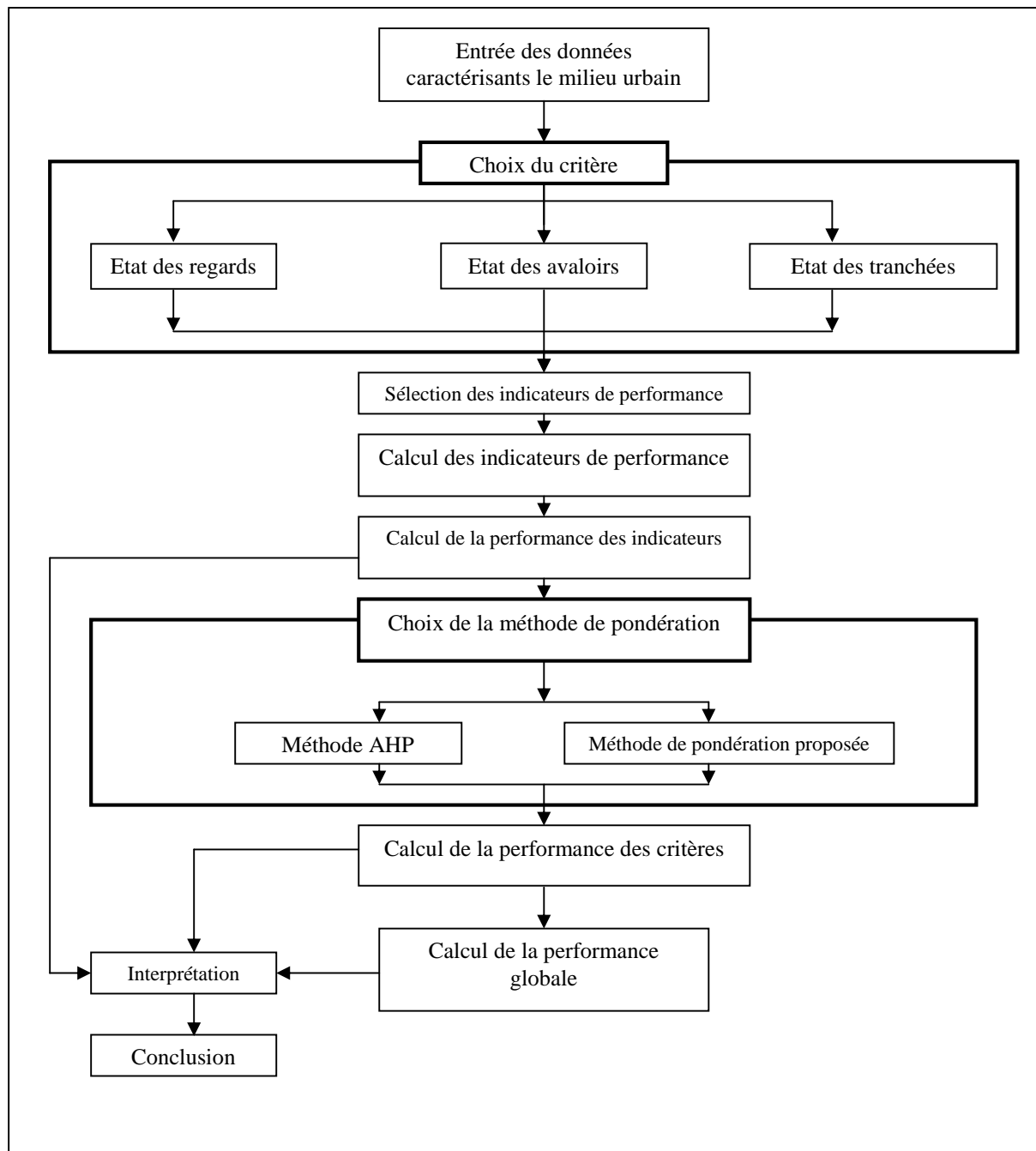


Fig. V-10 : Variante proposée pour le sous objectif « Qualité du milieu urbain ».

### V.3.4. Sous objectif « Fonctionnement de la STEP ».

Dans le cas du troisième sous objectif, nous avons choisis deux variantes : la première en fonction des valeurs calculées par une moyenne arithmétique et la deuxième en fonction des valeurs calculées par une moyenne pondérée. Le deuxième type de variantes est choisi en fonction des méthodes de calcul des indicateurs. Elles peuvent être des méthodes qui utilisent des mesures de terrain ou à partir des ratios de production de la pollution théorique.

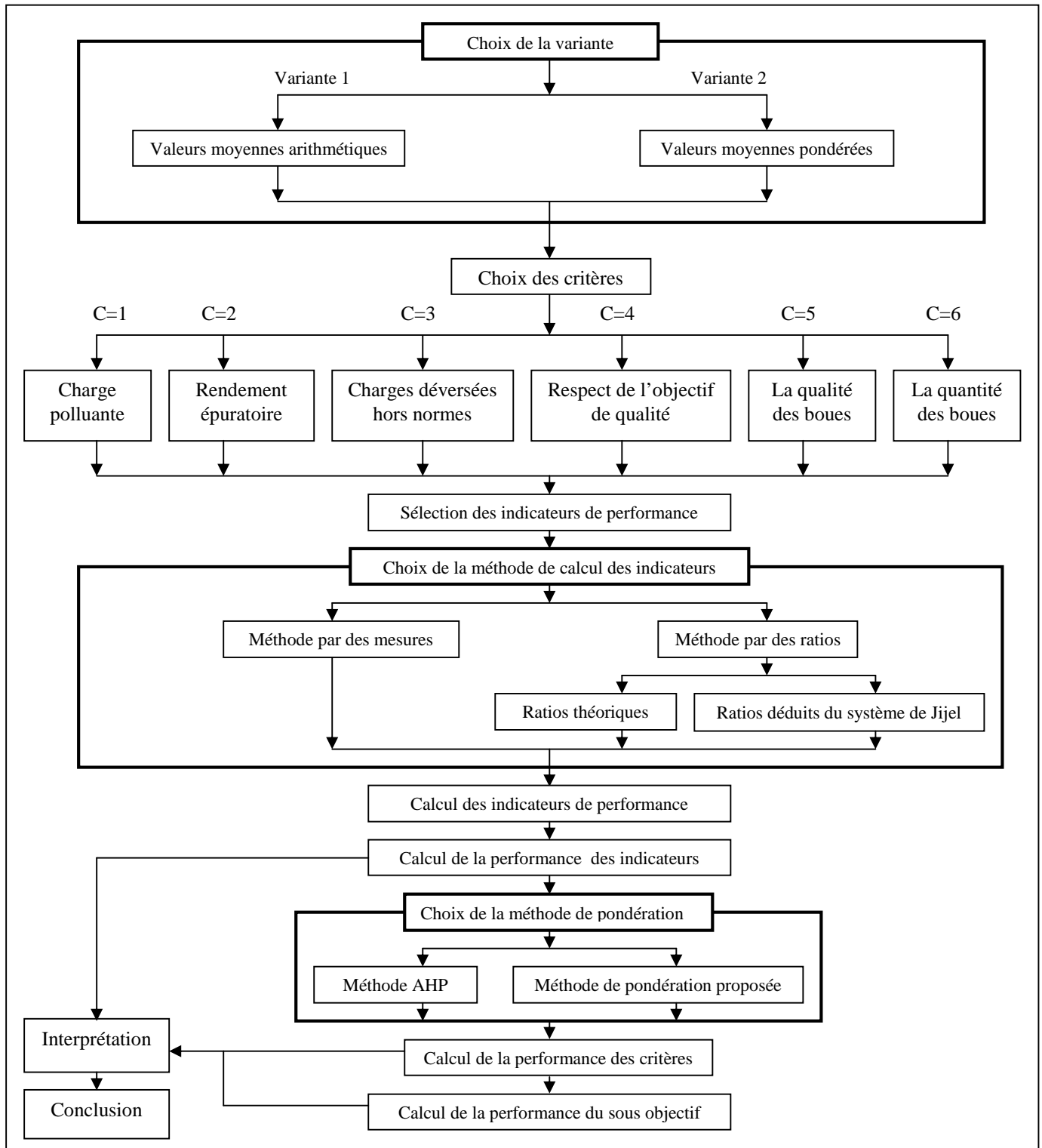


Fig. V-11 : Variantes proposées pour le sous objectif « Fonctionnement de la STEP ».

### V.3.4.1. Exemple d'utilisation des variantes sur les données de la STEP.

#### V.3.4.1.a. Utilisation de la moyenne arithmétique – Variante 1.

La moyenne arithmétique est calculée pour les concentrations à l'entrée et la sortie de la STEP, pour les charges massiques de l'effluent brut et les débits entrant à la STEP.

##### Concentrations moyennes à l'entrée et à la sortie de la STEP.

Pour chaque paramètre de pollution, la concentration moyenne de l'effluent à l'entrée et à la sortie de la STEP est calculée par la relation suivante :

$$\bar{C} = \frac{\sum C_i (\text{mg/l})}{N}$$

Avec :

$C_i$  : Concentrations mesurées à l'entrée et à la sortie de la STEP.

N : Nombre de mesures journalières (taille de l'échantillon).

##### Charges massiques moyennes de l'effluent brut.

Les charges massiques moyennes des différents polluants mesurées à l'entrée et à la sortie de la STEP sont déduites à partir de la relation suivante :

$$\bar{M} = \frac{\sum M_i (\text{Kg/j})}{N}$$

$M_i$  : concentrations mesurées à l'entrée ou à la sortie de la STEP (mg/l)

N : Nombre de mesures journalières (taille de l'échantillon).

##### Débits moyens de l'effluent.

Le débit moyen à l'entrée et à la sortie de la STEP sur une période de mesure de cinq mois est calculé par la formule suivante :

$$\bar{Q} = \frac{\sum Q_i (\text{m}^3/\text{j})}{N}$$

$Q_i$  : Mesures journalières sur le débit entrant ou sortant à la STEP.

N : Nombre de mesures journalières (taille de l'échantillon).

#### V.3.4.1.b. Utilisation de la moyenne pondérée – Variante 2.

Dans la deuxième variante, la moyenne pondérée est calculée aussi pour les concentrations, les charges massiques et les débits. L'échantillon de mesures est subdivisé en fonction de la nature des variations (ex. variation descendante, variation ascendante). Les coefficients de pondération sont égaux à la taille des subdivisions réalisées sur l'échantillon.

##### Concentrations moyennes à l'entrée et à la sortie de la STEP.

Pour chaque paramètre de pollution, la concentration moyenne pondérée de l'effluent à l'entrée et à la sortie de la STEP est calculée par la relation suivante :

$$\bar{C} = \frac{\sum_{j=1}^{n_j} \bar{C}_{ij} \times N_j}{\sum N_j}$$

Avec :

$\bar{C}_{ij}$  : Concentration moyenne pour l'échantillon  $j$ .

$N_j$  : taille de l'échantillon  $j$ .

### Charges massiques de l'effluent brut.

Les charges massiques moyennes des différents polluants mesurés à l'entrée de la STEP sont déduites à partir d'un échantillon de cinq mois par la relation suivante :

$$\bar{C} = \frac{\sum_{j=1}^{n_j} \bar{M}_{ij} \times N_j}{\sum N_j}$$

$\bar{M}_{ij}$  : concentrations moyenne de l'échantillon  $j$ .

$N_j$  : taille du sous échantillon  $j$ .

### Débits de l'effluent.

Le débit moyen entrant à la STEP sur une période de mesure de cinq mois est calculé par la relation suivante :

$$\bar{C} = \frac{\sum_{j=1}^{n_j} \bar{Q}_{ij} \times N_i}{\sum N_j}$$

Avec :

$Q_i$  : Débit moyen de l'échantillon  $j$ .

$N_i$  : La taille du sous échantillon  $j$ .

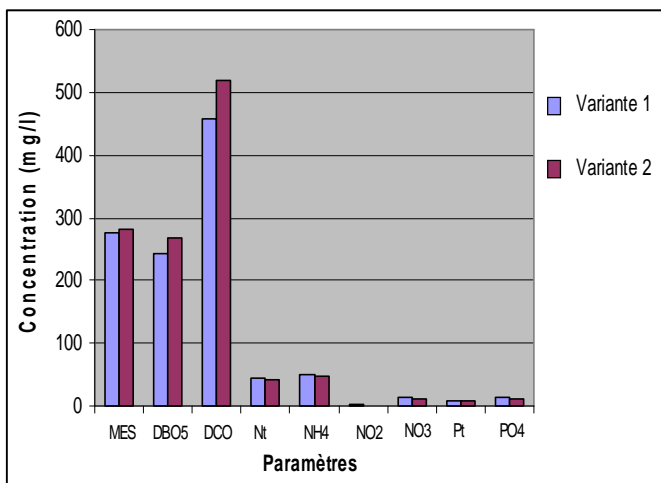


Fig. V-12 : Concentrations à l'entrée de la STEP.

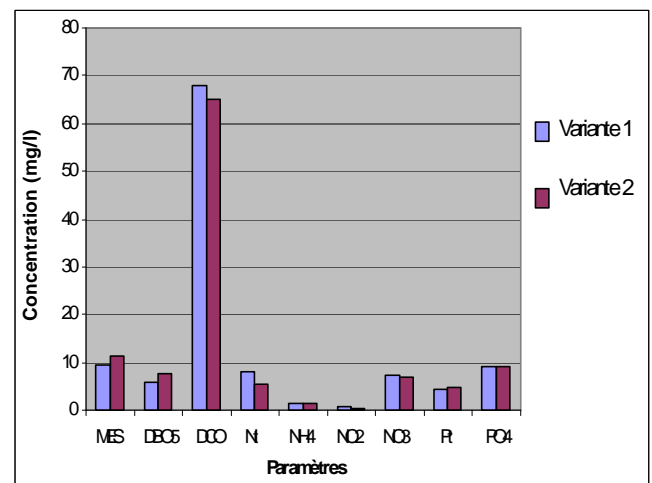


Fig. V-13 : Concentrations à la sortie de la STEP.



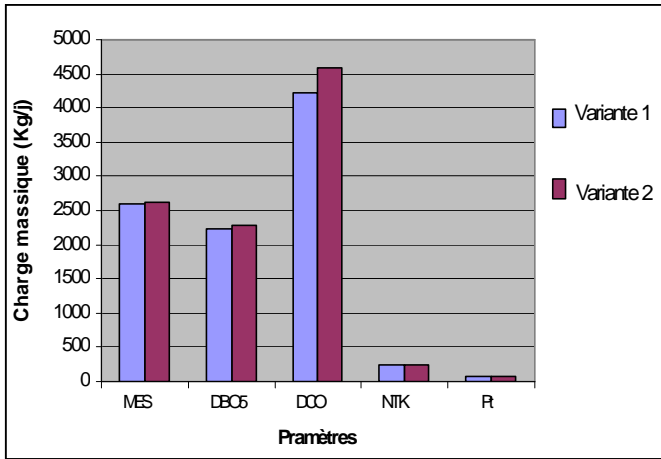


Fig. V-14 : Charges massiques à l'entrée de la STEP

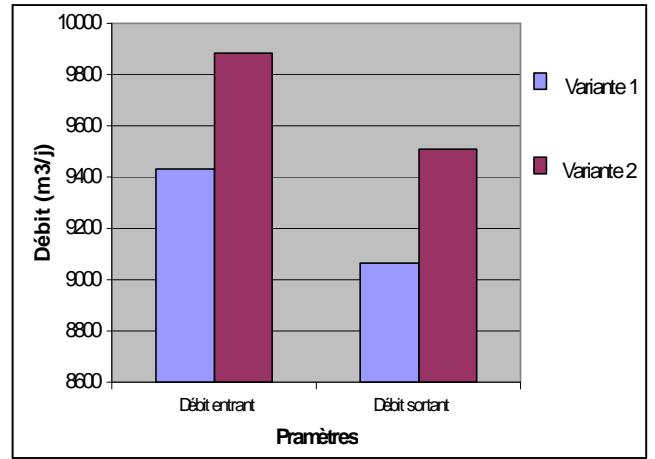


Fig. V-15 : Les débits entrant et sortant de la STEP

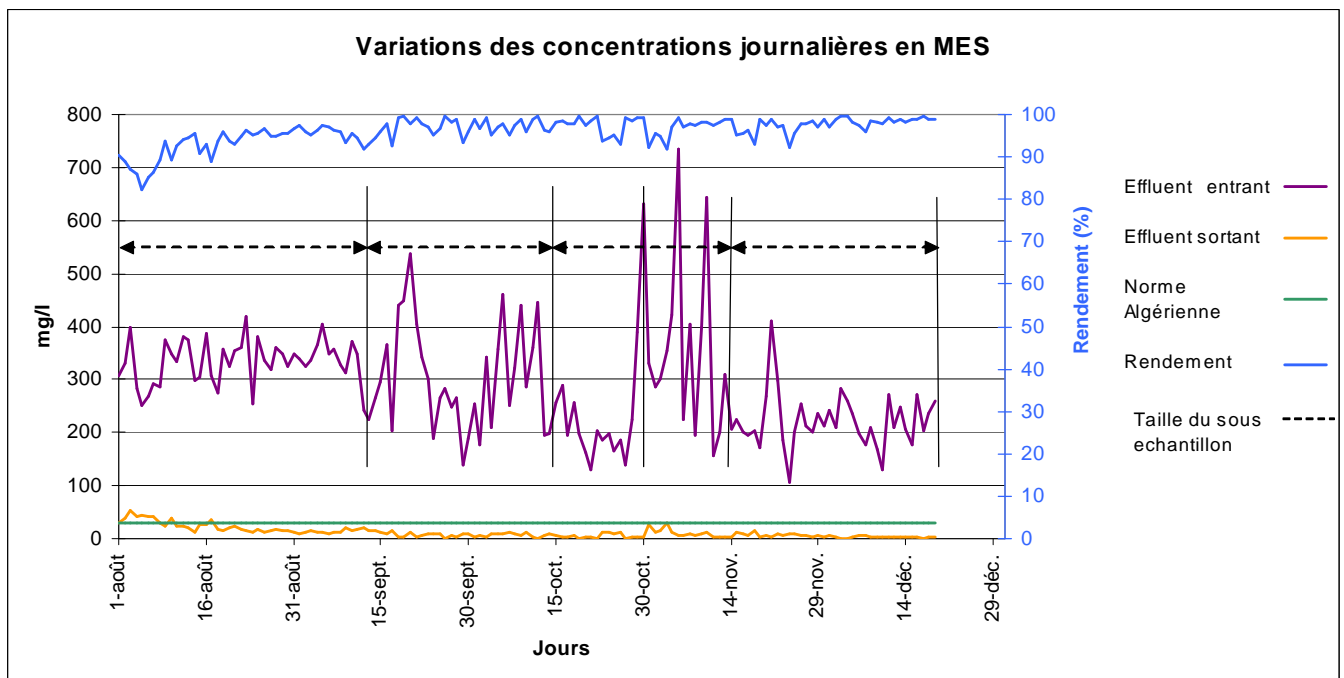


Fig. V-16 : Exemple de détermination des concentrations à partir de la moyenne pondérée.

### V.3.5. Sous objectif « Fonctionnement du réseau d'assainissement ».

Pour calculer la performance du fonctionnement du réseau d'assainissement, nous proposons des variantes à partir des méthodes de calcul des indicateurs de performance : la première est à partir des mesures de terrain ou à partir des données théoriques. D'autres variantes sont proposées à partir des méthodes de pondération.

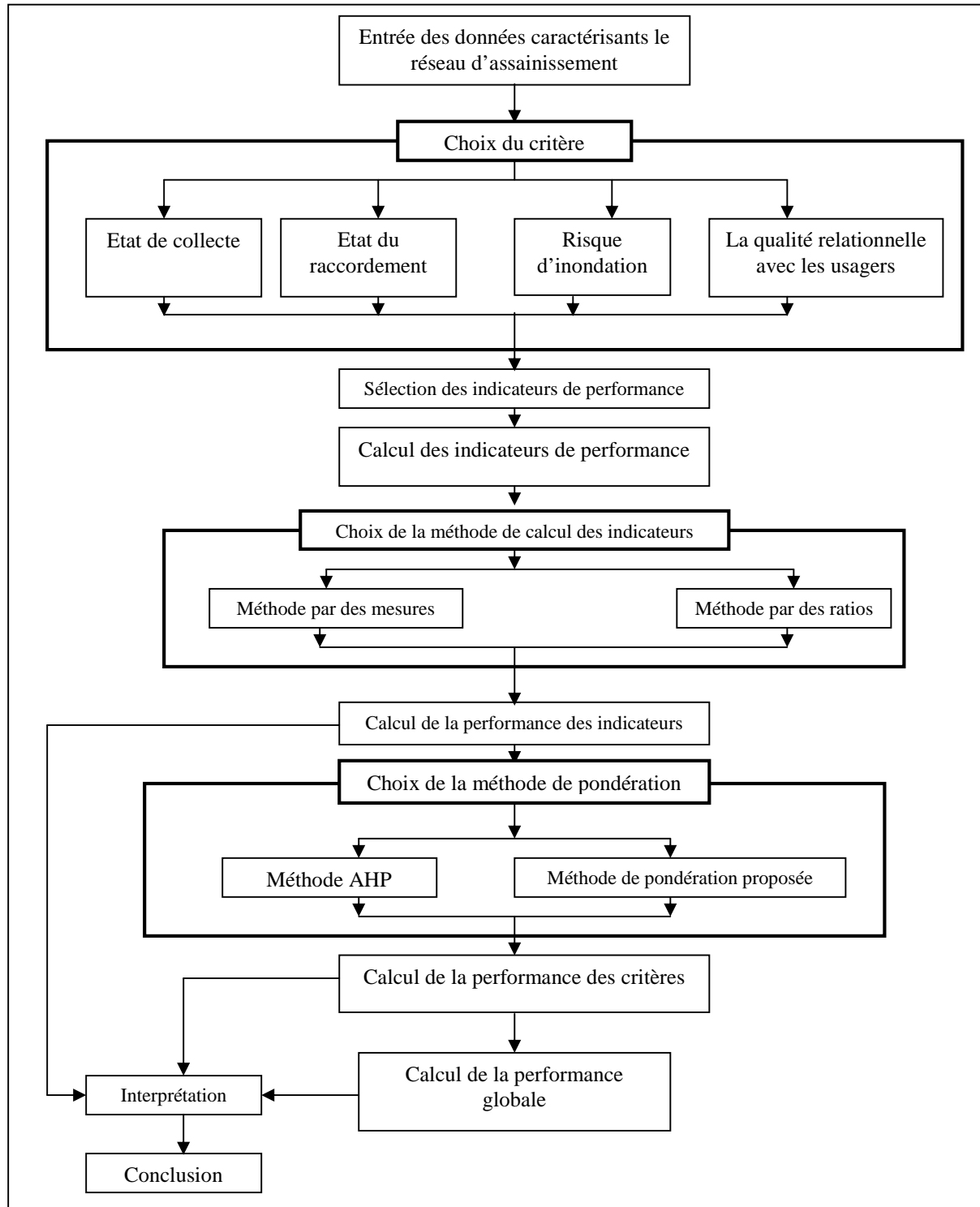


Fig. V-17 : Variantes proposées pour le sous objectif « Fonctionnement du réseau d'assainissement ».

## V.4. Présentation des résultats et interprétations.

Les traitements effectués avec l'outil DURSAU ont été faits sur la base de la méthodologie présentée au paragraphe III.4 et par les figures IV-2 à IV-6.

### V.4.1. Sous objectif « Qualité des eaux du milieu récepteur ».

Les résultats obtenus pour la qualité des eaux du milieu récepteur, à partir de l'application de la méthode AHP, seront interprétés selon trois façons :

#### V.4.1.1. Interprétation des performances par critère.

Pour le *critère qualité globale*, l'azote ammoniacal (NH<sub>4</sub>) est présent avec une très forte concentration, ce qui peut présenter un danger très considérable pour la vie faunistique et floristique. Les concentrations en DBO<sub>5</sub> et en DCO sont fortement présentes aussi (figure V-18). Elles sont dues principalement à la quantité des rejets directs dans l'oued de Mautas.

La *qualité des eaux pour la production des eaux potables* est acceptable, par contre la présence du NH<sub>4</sub> pose un vrai problème pour le système de traitement. Il diminue l'efficacité du traitement de désinfection puisqu'il réagit avec le chlore. Il présente aussi un indice de contamination fécale et nous pouvons le constater par la concentration très forte en coliformes fécaux (figure V-19). L'usage des eaux de l'oued Mautas pour la production en eau potable nécessite un traitement physico-chimique classique.

La *qualité des eaux pour l'irrigation* est jugée acceptable. Tous les paramètres sont dans les normes sauf les concentrations en coliformes fécaux, ceux-ci vont augmenter le coût du traitement. Cette eau permet l'irrigation des plantes très tolérantes ou des sols alcalins ou neutres.

La *qualité piscicole* des eaux est acceptable ; elle est apte pour tous les poissons adultes peu sensibles. Les concentrations des nutriments sont très fortes ainsi qu'en matières organiques, ce qui peut affecter considérablement la reproduction des espèces (figure V-21).

Le milieu récepteur est considéré comme *fortement eutrophe*. Cela est dû à la forte présence des nutriments (azote et phosphore). Dans ce cas, la diversité faunistique et floristique est très réduite. L'usage pour la production de l'eau potable peu poser un problème à cause de la coloration et l'odeur des algues (figure V-23).

La *qualité des eaux pour la baignade* est mauvaise ; le milieu est considéré comme inapte à toutes les activités nautiques. Ceci est dû à la présence des rejets directs en amont de l'exutoire (figure V-24).

#### V.4.1.2. Interprétation globale des performances par rapport à tous les critères.

La performance globale du sous objectif « *qualité des eaux du milieu récepteur* » est calculée à partir de l'agrégation des cinq critères liées aux usages (donc tous les critères sauf la qualité globale), ce qui est présenté par la figure V-28. La performance globale de ce sous objectif est de 0,39 (qualité médiocre). Ce qui veut dire que les usages possibles, d'une façon générale, sont restreints et nécessitent des traitements un peu poussés. D'autre part, la qualité globale des eaux est médiocre (figure V-27), avec un indice de performance égal à 0,36. Donc nous constatons que les résultats de performance du critère « *qualité globale* » et du sous objectif « *qualité des eaux du milieu récepteur* » sont assez rapprochés. Cela veut dire que l'utilisateur peut exprimer ces résultats avec les deux manières.

A la fin, on constate que la performance du système d'assainissement de la ville de Jijel vis-à-vis de la majorité des critères n'est pas bonne (excepté les critères C3 et C4 qui sont dans la limite d'acceptabilité). Pour plus de détail nous avons présenté les résultats des performances sous forme de pourcentage (figure V-26).

#### V.4.1.3. Interprétation des critères à indicateurs commun.

Les performances des deux critères, *qualité pour l'AEP* et *qualité pour l'irrigation*, appartiennent à la même classe de performance et avec deux indices de performance très rapprochés, donc la cohérence des résultats est confirmée (Critères 2 et 3 de la figure V-25).

Les performances de la *qualité piscicole* et du *degré d'eutrophisation* appartiennent à deux classes différentes (acceptable et médiocre respectivement) mais leurs indices de performance sont très rapprochées. Là aussi, nous constatons une cohérence des résultats, puisque l'évaluation de la qualité piscicole nécessite plus de paramètres que celle du degré d'eutrophisation (critère 4 et 5 de la figure V-25).

#### V.4.1.4. Résultats des performances par d'autres méthodes (annexe VIII).

Le calcul de la performance des critères C<sub>3</sub>, C<sub>4</sub> et C<sub>5</sub> par les méthodes proposées dans l'annexe VII, montrent des différences de performances avec celles calculé par la méthode AHP. Cette différence mène parfois à changer la classe de qualité (C<sub>3</sub> et C<sub>4</sub>). L'utilisateur doit appliquer ces méthodes avec une grande précaution dans l'interprétation des résultats.

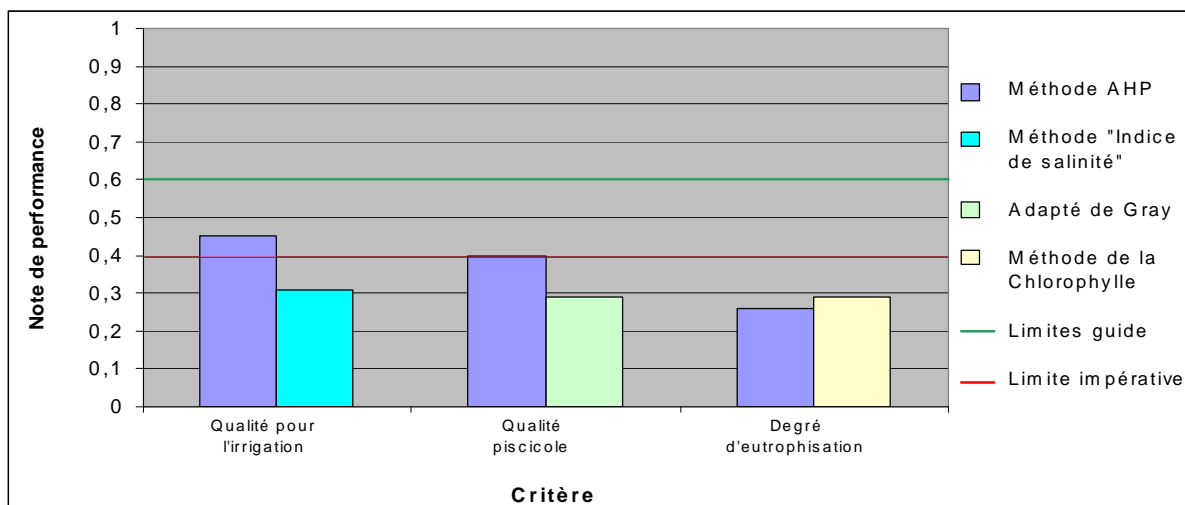


Fig. 17 : Résultats de calcul des performances par les méthodes proposées dans l'annexe VIII.

#### V.4.1.4. Conclusion et recommandations.

Les eaux de l'oued Mautas sont affectées par la pollution. Les usages possibles restent dans la limite d'acceptabilité, ce qui rend le milieu très fragile à d'autres rapports des eaux usées. La mer méditerranée est le milieu récepteur final de l'oued Mautas, exactement sur la plage de Meridjet El Kla (Fig. 8 de l'annexe XI). Cette plage est souvent désertée en pleine période estivale, ce qui a causé l'abondance d'un grand nombre d'activités commerciales sur place. Les autorités locales ont bien sentis l'effet dévastateur de cette pollution, alors des raccordements des eaux usées provenant des quartiers : Ras el Afia, Ouled Bounar, Haddada et la Zhun, qui rejettent dans l'oued Mautas, sont en cours de réalisation afin de faire revivre la plage et pratiquer des activités nautiques et de pêche.

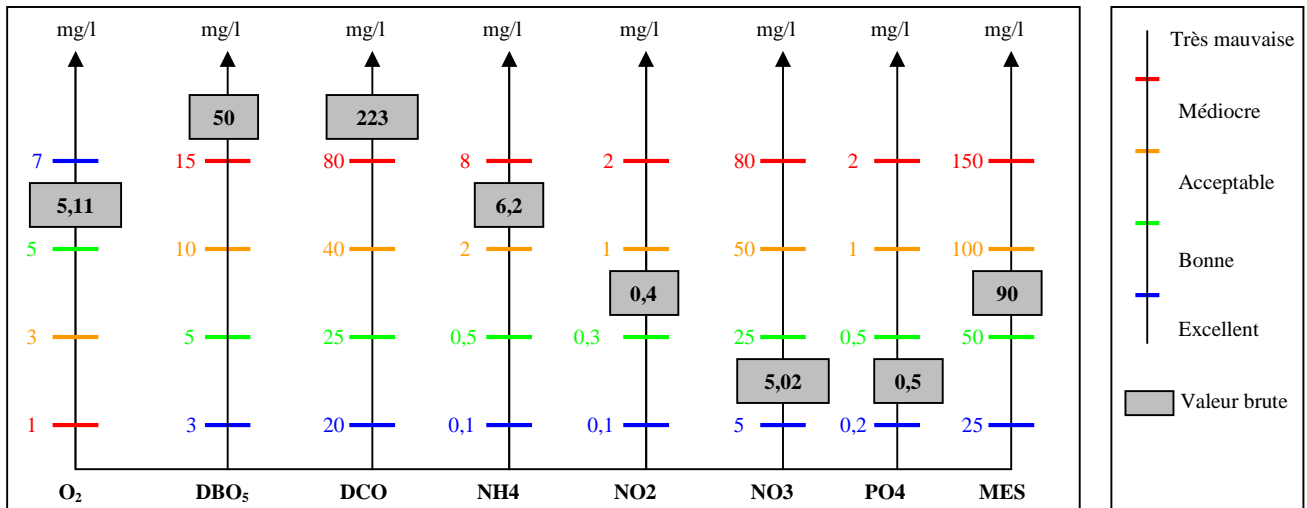


Fig. V-18. Valeurs des indicateurs de performance pour le critère C<sub>1</sub> « Qualité globale ».

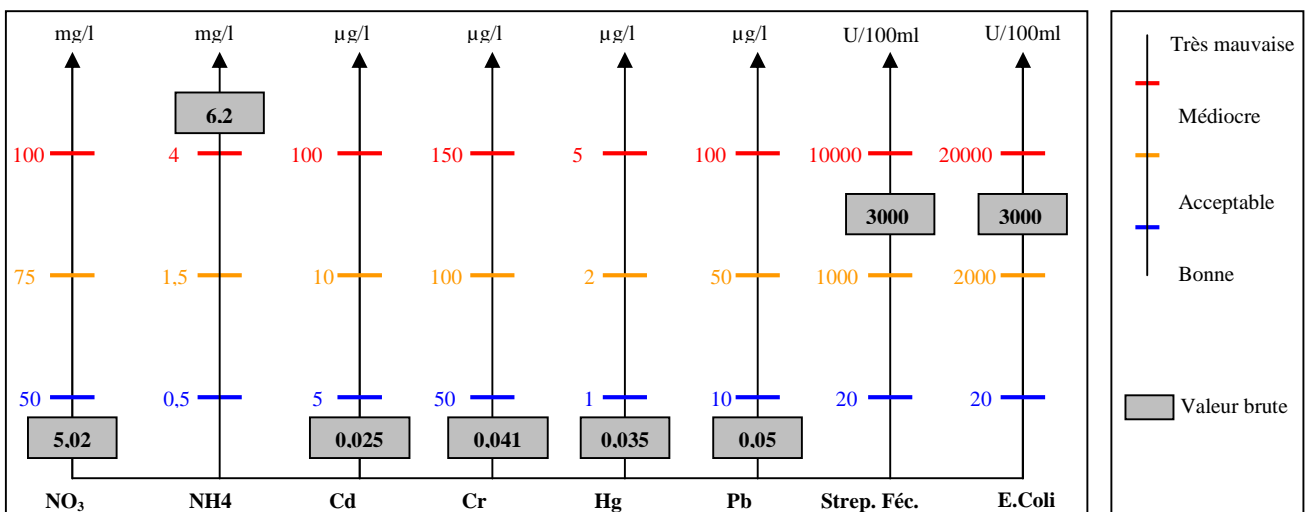


Fig. V-19 : Valeurs des indicateurs de performance pour le critère C<sub>2</sub> « Qualité des eaux pour la production d'eau potable ».

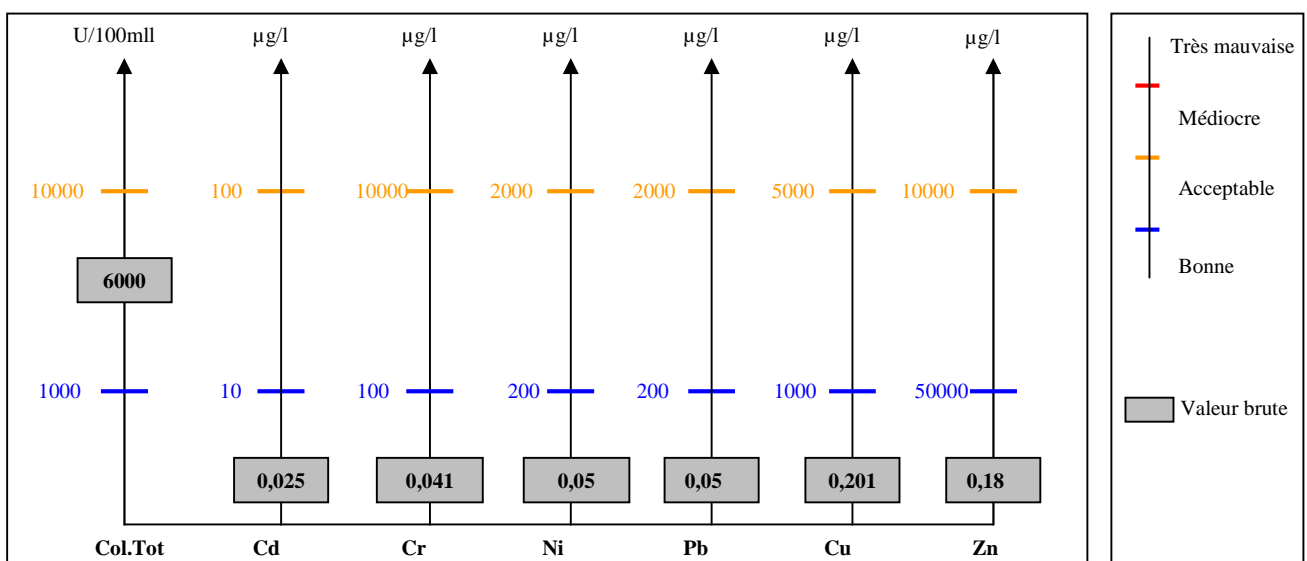


Fig. V-20 : Valeurs des indicateurs de performance pour le critère C<sub>3</sub> « Qualité des eaux pour l'irrigation ».

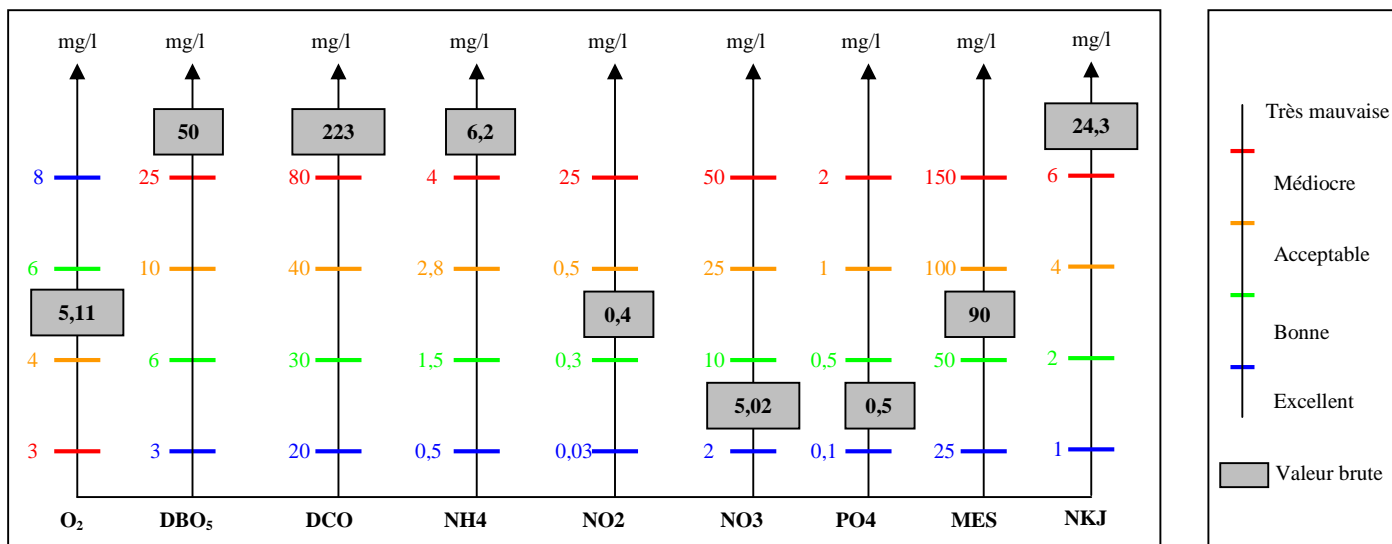


Fig. V-21 : Valeurs des indicateurs de performance pour le critère C<sub>4</sub> « Qualité piscicole des eaux ».

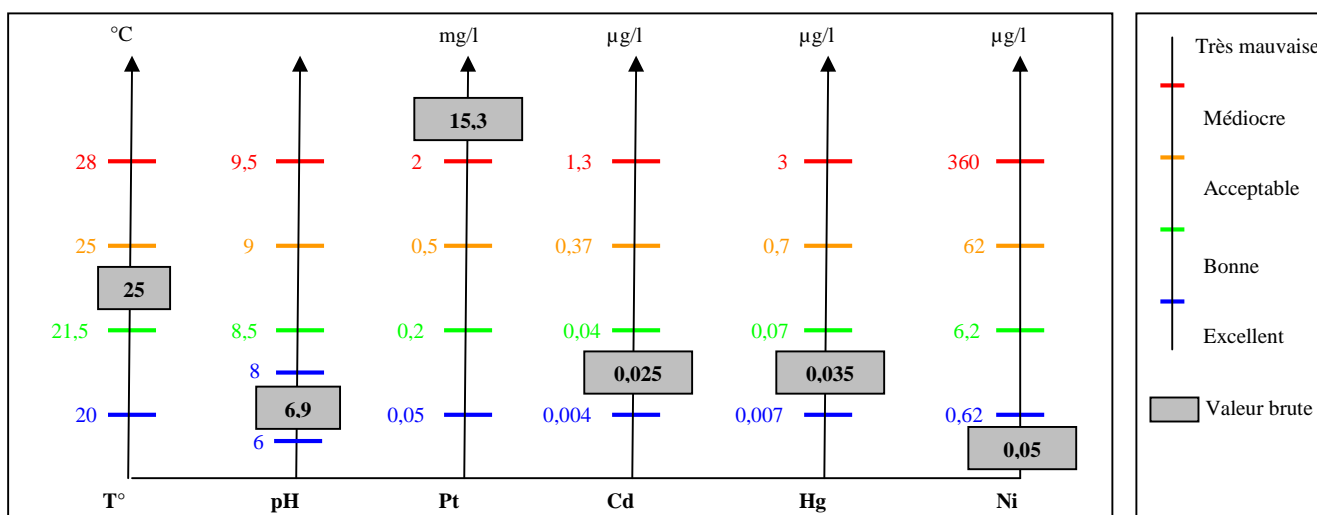


Fig. V-22 : Valeurs brutes des indicateurs de performance pour le critère C<sub>4</sub>. (Suite)

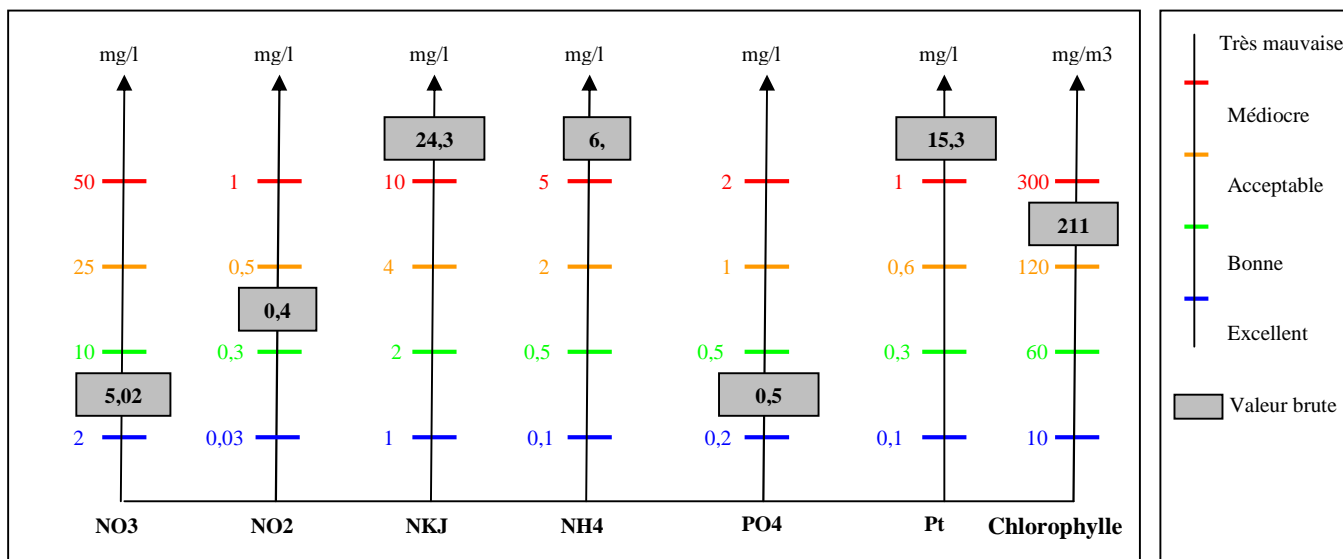


Fig. V-23 : Valeurs des indicateurs de performance pour le critère C<sub>5</sub>. « Etat d'eutrophisation ».

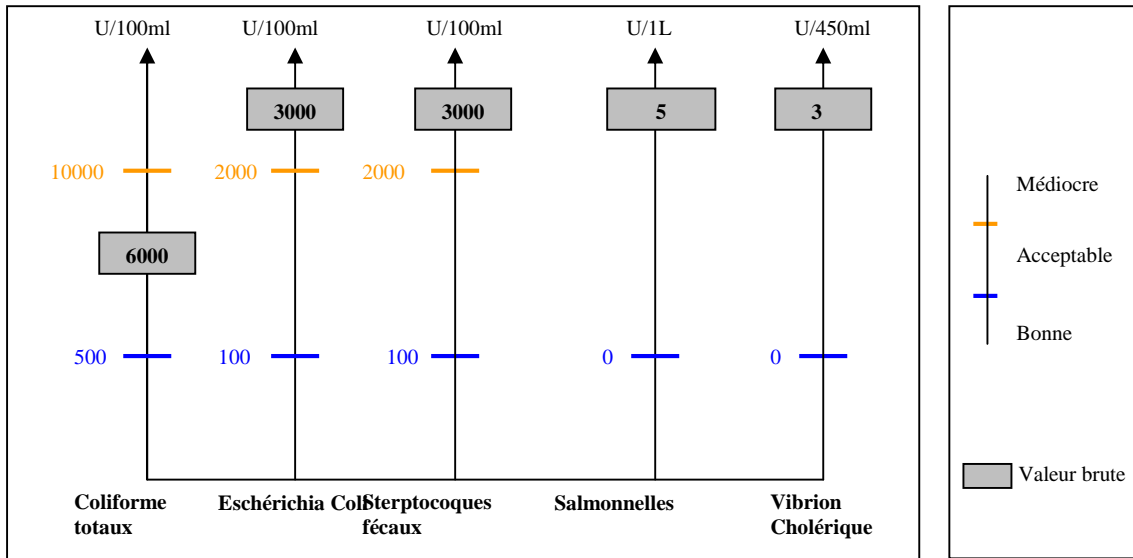


Fig. V-24 : Valeurs des indicateurs de performance pour le critère C6 « Qualité des eaux pour la baignade ».

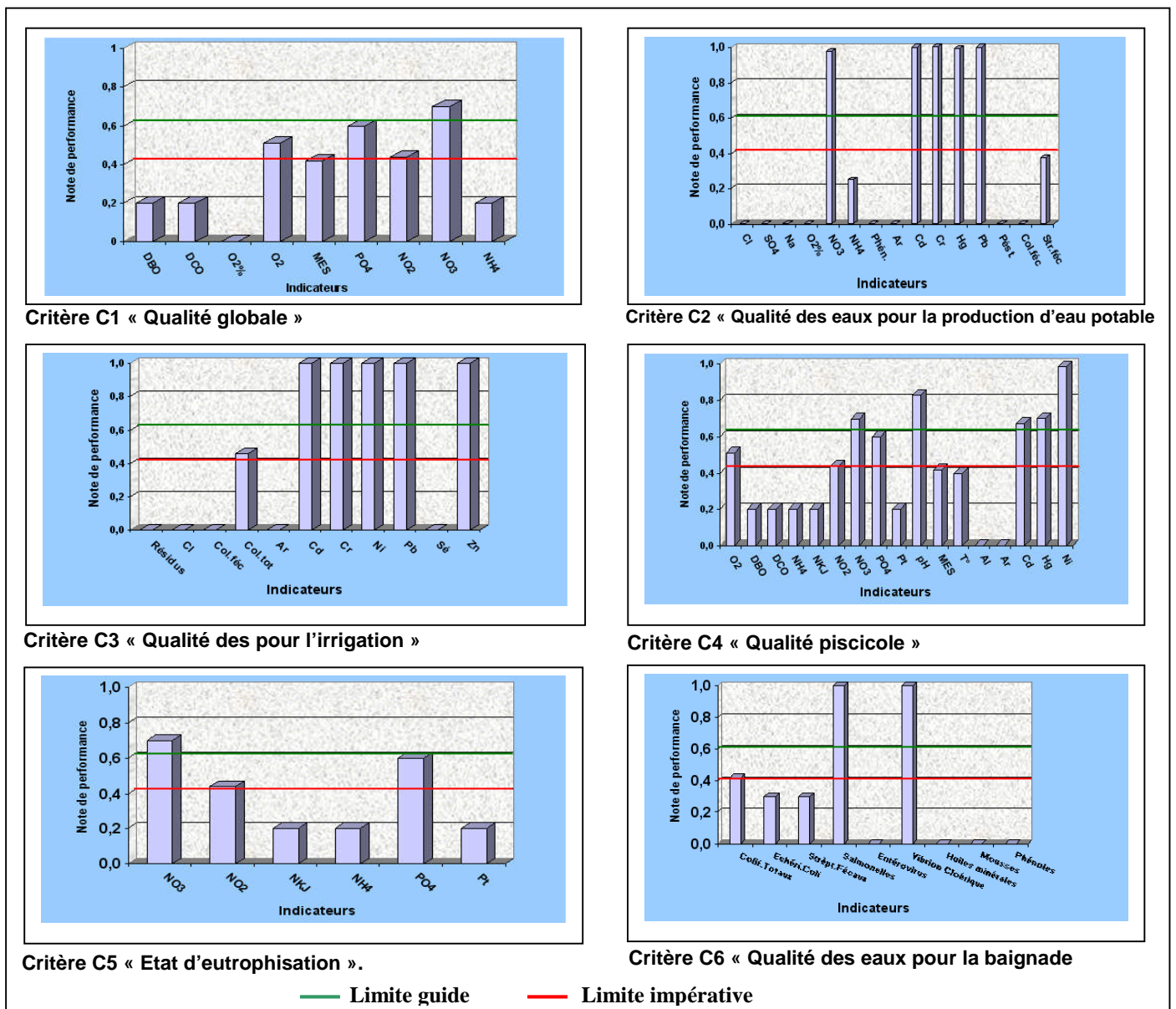


Fig. V-25 : Résultats des performances des indicateurs par critère.

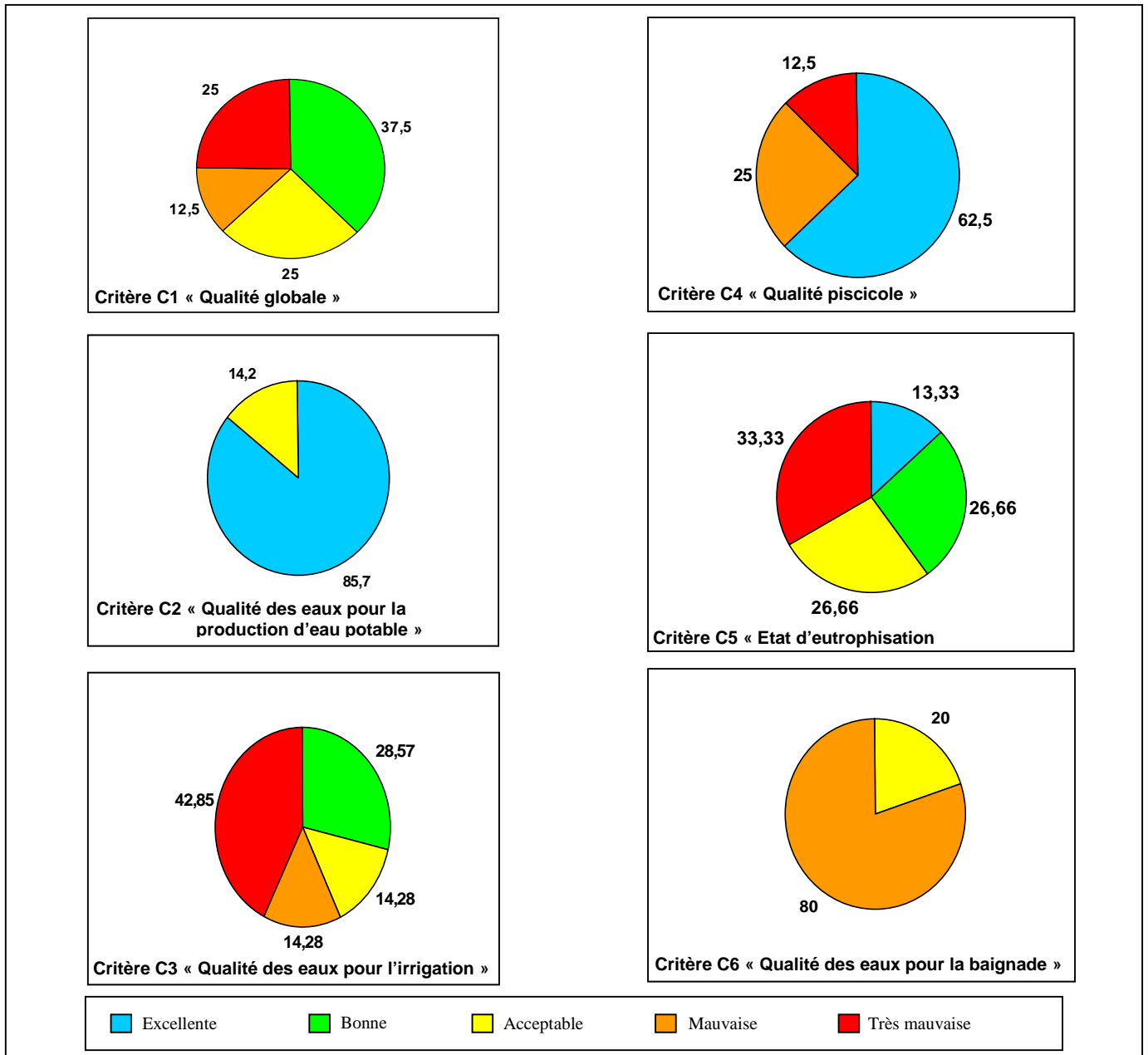


Fig. V-26 : Répartition des classes de qualité par critère.

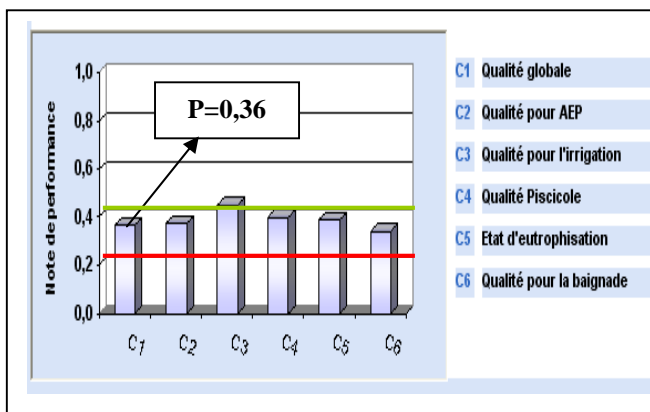


Fig. V-27 : Performance des critères du sous objectif QMR

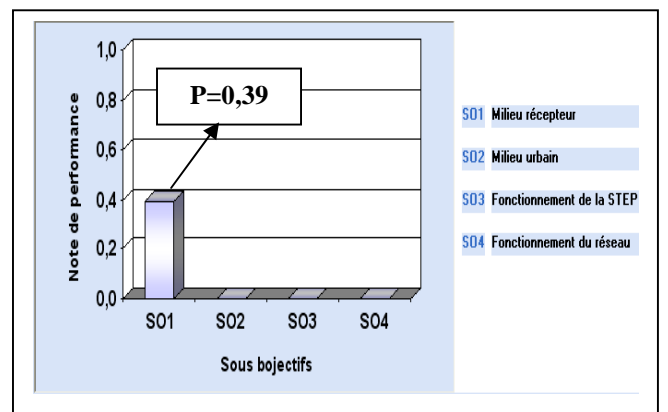


Fig. V-28 : Performance du sous objectif QMR.



## **V.4.2. Sous objectif 2 « Qualité du milieu urbain ».**

Le désordre de surface est jugé considérable dans le milieu urbain, vu l'état décadent dont laquelle se trouvent les regards et les avaloirs du réseau d'assainissement (voir photos en annexe XI).

### **V.4.2.1. Etat des regards.**

Le nombre de regards, qui n'ont pas pu être détectés sur le terrain par les services de l'ONA ni par l'étude en cours menée par le groupe SCE, est considérable. Ces regards sont souvent couverts par les couches de bitume et parfois cachés par des constructions, ce qui situe la proportion des regards directement accessibles pour la gestion quotidienne de l'ONA à 40 %. Nous avons constaté au cours de nos visites sur le terrain, qu'un grand nombre de regards sont soit surélevés de la côte de la chaussée ou bien sous élevés, ou bien des regards sans tampon.

### **V.4.2.2. Etat des avaloirs.**

L'état des avaloirs est considéré comme mauvais sur l'ensemble du réseau, vu le nombre des avaloirs absents, qui sont soit couverts par le bitume, ou bien obstrués totalement par les pierres et les gravats. Une bonne partie des avaloirs est hors service, à cause des déchets ménagers entassés à la surface. La capacité hydraulique des avaloirs est fortement réduite du fait de leur dégradation (détérioration ou absence des grilles), qui permet l'entrée de macro-déchets dans le réseau (ordures ménagères et gravats). Le taux d'avaloirs n'assurant plus leurs fonctions hydrauliques a été estimé à 20 %. Ceci provoque en temps de pluie des inondations de la chaussée.

### **V.4.2.3. Etat des tranchées.**

Nous avons remarqué dans le cadre des sorties de terrain menées par l'ONA, que des travaux sont réalisés un peu partout sur le réseau d'assainissement, à cause des dernières pluies du mois de décembre 2008. Ce qui a poussé la direction de l'ONA et les services de la commune de Jijel à rénover des parties sur le réseau d'eau usée. Après l'achèvement des travaux, nous avons constaté un grand nombre de tranchées restées sans bitume, surtout dans les quartiers de la banlieue Est et Ouest de la ville. Les tranchées revêtues ont été entassées par la charge des véhicules après les quantités de pluies enregistrées dernièrement, ce qui gêne la fluidité de la circulation sur la chaussée concernée.

### **V.4.2.4. Conclusion et recommandations.**

L'état du milieu urbain est jugé mauvais, d'après les résultats obtenus par la performance globale du sous objectif qualité du milieu urbain (figure V-29). Cela implique une non durabilité du système d'assainissement par rapport à son milieu urbain. Cette situation nécessite une intervention à l'échelle urbaine, avec la mise en place d'un programme d'étude de diagnostic et de réhabilitation du système d'assainissement afin de supprimer les dysfonctionnements existant en terme de biens et de personnes. Cet objectif est le sujet de l'étude qui se fait actuellement par le groupe SCE.

Une protection amont du réseau est très conseillée, selon laquelle il faut sensibiliser les acteurs au problème de bitumage des tampons et la remise à niveau des tampon inaccessibles. L'entretien et la réhabilitation des organes de surface du réseau est très recommandé, comme le débouchage et la restauration des avaloirs pour lutter contre les inondations.

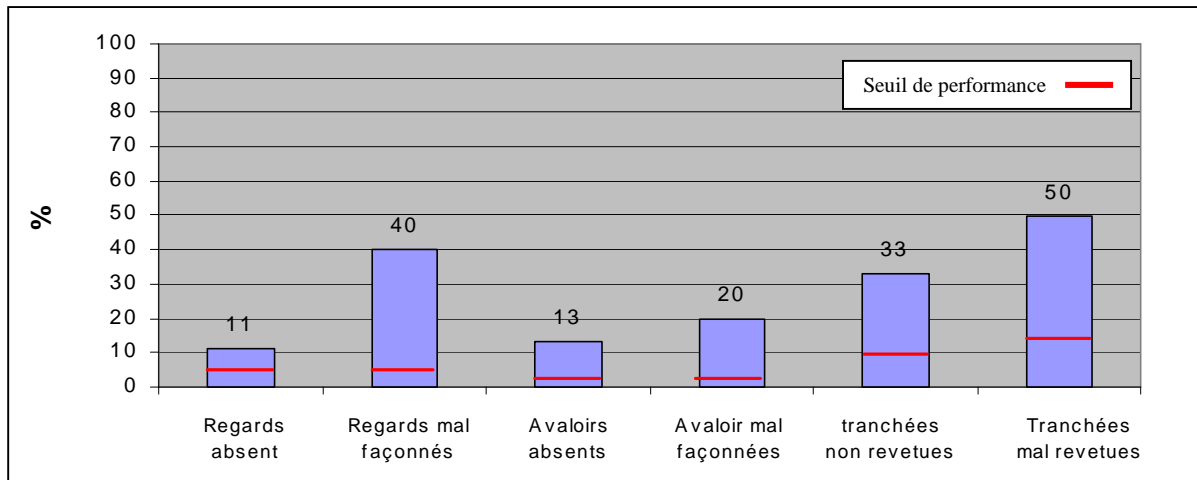


Fig. V-29 : Valeurs des indicateurs de performance caractérisant le milieu urbain.

### V.4.3. Sous objectif « Fonctionnement de la STEP ».

Les résultats liés au fonctionnement de la station d'épuration seront présentés selon les deux variantes de données déjà présentées précédemment.

#### V.4.3.1. Taux de charges polluantes entrantes à la STEP.

La charge polluante mesurée à l'entrée de STEP est très faible par rapport à la charge massique de dimensionnement, pour tous les paramètres. Néanmoins, il faut rappeler qu'une mauvaise prise en charge de la STEP peut provoquer des dysfonctionnements des organes de traitement, à long terme.

La charge polluante calculée à partir des ratios de productions propres au réseau d'assainissement de la ville de Jijel est plus importante que celle mesurée à l'entrée de la STEP. Ceci est dû à l'intégration des rejets directs, estimés à 3000 m<sup>3</sup>/j, dans le calcul des ratios de production propre à la ville. Tandis que la charge polluante calculée à partir des ratios théoriques est deux fois plus importante que celle calculée par les ratios mesurés, parce que les ratios de production déduits de la littérature sont plus importants que ceux déduits des mesures.

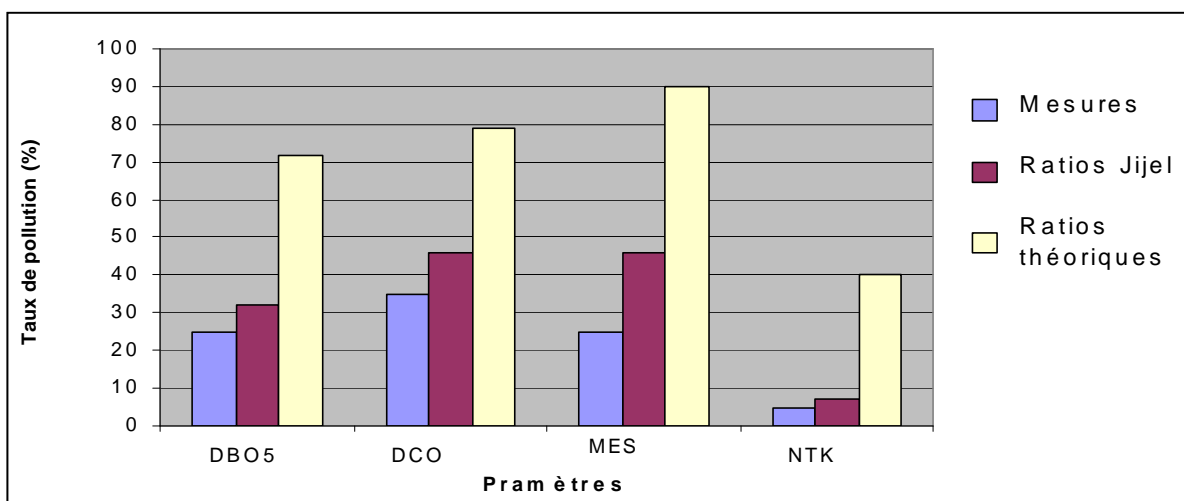


Fig. V-30 : La charge polluante admise à la STEP- Variante 1 (moyenne arithmétique).

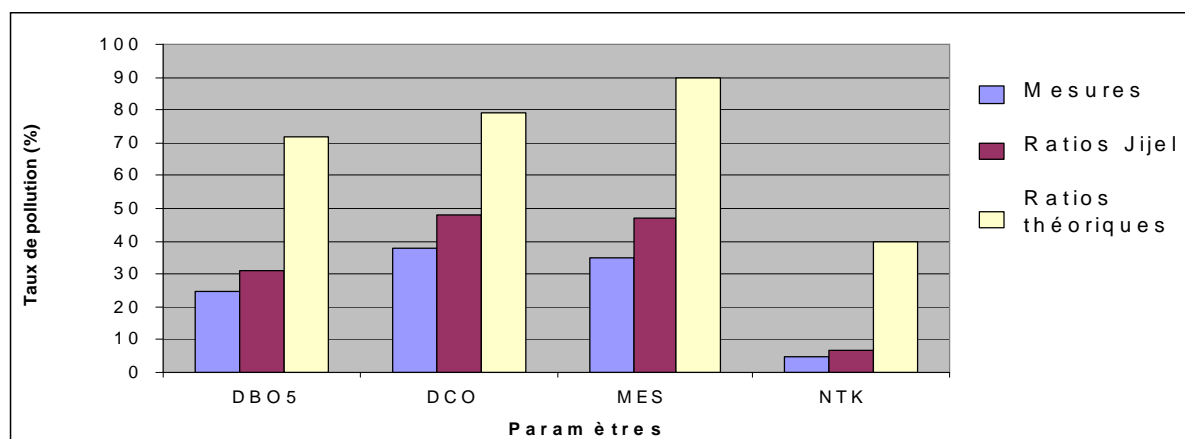


Fig. V-31 : La charge polluante admise à la STEP- Variante 2 (moyenne pondérée)

En comparant les résultats des deux variantes, le taux de la charge polluante n'a pas trop varié entre les deux cas, puisque les valeurs des données d'entrées sont assez proches. A partir de là, l'utilisateur a le choix de travailler avec l'une ou l'autre des variantes sans se soucier de la variation de la performance globale de ce critère.

#### V.4.3.2. Les rendements épuratoires.

Les rendements épuratoires de la STEP, calculés à partir des mesures de concentration à l'entrée et à la sortie de la STEP, est conforme au rendement normalisé pour tous les paramètres, sauf pour le cas du phosphore total (Pt). Ceci est dû au fait que la concentration en Pt à l'entrée de la STEP est trop faible et se rapproche même de la norme. Les rendements calculés par les ratios de la ville de Jijel se rapprochent de ceux calculés par les ratios théoriques. D'après le tableau V-7, la STEP présente un très bon rendement dans l'élimination de la DBO5, puisque c'est le seul paramètre où le rendement mesuré est supérieur au rendement théorique.

Critères	Indicateurs de performance		Rendement		Rendement normalisé	
			Var 1	Var 2	Var 1	Var 2
Rendement épuratoire	MES	Mesuré	97 %	96 %	90	89
		Ratios de production (système de Jijel)	96 %	96 %		
		Ratios de production (littérature)	97 %	97 %		
	DCO	Mesuré	85 %	88 %	74	77
		Ratios de production (système de Jijel)	86 %	86 %		
		Ratios de production (littérature)	89 %	89 %		
	DBO5	Mesuré	98 %	97 %	84	85
		Ratios de production (système de Jijel)	97 %	97 %		
		Ratios de production (littérature)	94 %	94 %		
	NTK	Mesuré	84 %	88 %	76	75
		Ratios de production (système de Jijel)	78 %	78 %		
		Ratios de production (littérature)	90 %	90 %		
Pt	Mesuré	44 %	43 %	74	76	
	Ratios de production (système de Jijel)	50 %	51 %			
	Ratios de production (littérature)	92 %	92 %			
MO	Mesuré	92 %	92 %	79	80	
	Ratios de production (système de Jijel)	92 %	92 %			
	Ratios de production (littérature)	92 %	92 %			

Tableau V-7 : Les rendements épuratoires de la STEP de Jijel.

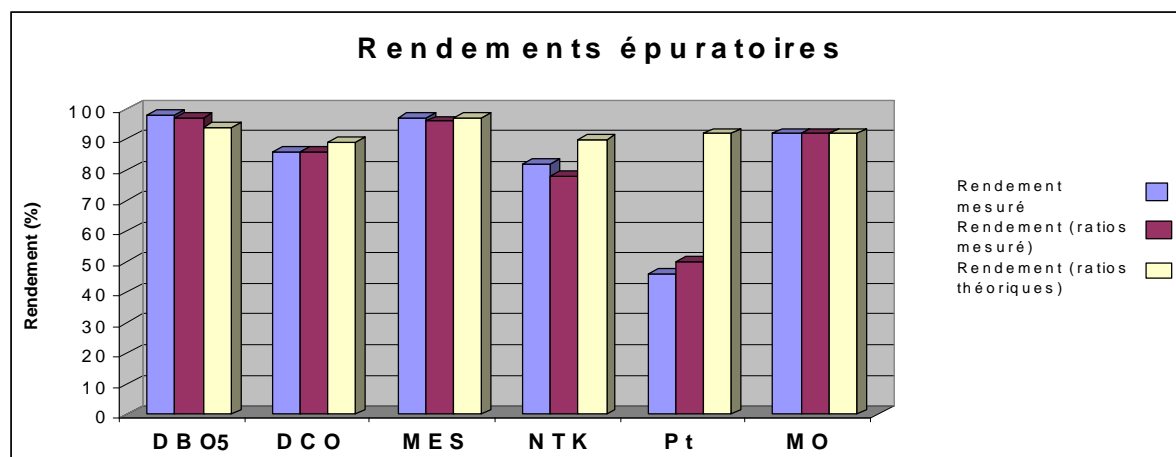


Fig. V-32 : Les rendements épuratoires - variante 1 (moyenne arithmétique).

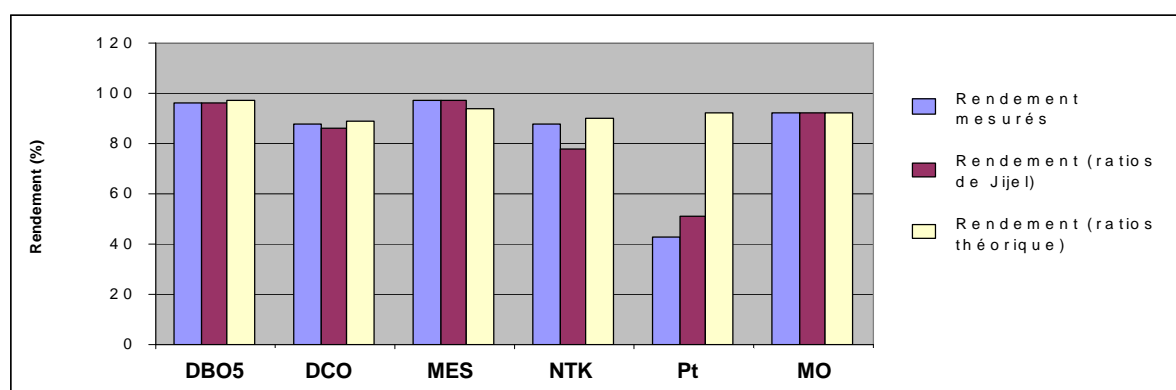


Fig. V-33 : Les rendements épuratoires - variante 2 (moyenne pondérée).

### V.4.3.3. Le respect de l'objectif de qualité.

L'objectif de qualité n'est pas respecté pour les cinq paramètres. Les valeurs nulles des charges admissibles calculées, sont dûes principalement à la mauvaise qualité des eaux du milieu récepteur en amont des rejets de la STEP, puisque la qualité des eaux rejetées par la STEP est dans les normes. Cette mauvaise qualité en amont des rejets de la STEP, est due à la présence d'un grand nombre de rejets directs. La solution pour ce cas est de limiter les rejets directs ou de les éliminer totalement. Les résultats des charges calculées par la deuxième variante ont la même grandeur de la première variante, et donc ne vérifient pas le critère.

Critère	Indicateurs				Performance		
	Charge rejetée (Kg/j)		Charge admissible (Kg/j)		Variante 1	Variante 2	
	Var 1	Var 2	Var 1	Var 2			
Respect de l'objectif de qualité par les rejets de la STEP	DBO	53	73	0	0	Non respect	Non respect
	DCO	614	615	0	0	Non respect	Non respect
	MES	85	107	18	40	Non respect	Non respect
	Nt	53	73	0	0	Non respect	Non respect
	Pt	39	45	0	0	Non respect	Non respect

Tableau V-8 : Charges massiques rejetées par la STEP et charge admissibles.

#### V.4.3.4. La charge déversée hors norme par la STEP.

La station d'épuration a enregistré des dépassements des normes par rapport au paramètre MES, durant le mois d'août, ce qui correspond aux premiers jours d'exploitation. Le service technique a pu remettre les concentrations dans les normes. Un dépassement de la norme est considéré comme inacceptable quelque soit la nature ou la quantité des charges déversées. En plus les résultats obtenus par le précédent indicateur, montrent bien que le milieu récepteur ne peut recevoir aucune quantité de pollution.

Critère	Indicateurs			Performance	
		Nombre de jours de dépassement	Charge massique déversée hors normes (Kg/an)		Charge déversée par habitant (Kg/an/hab)
Nombre de jours de dysfonctionnement de la STEP	DBO5	0	0	0	Conforme
	DCO	0	0	0	Conforme
	MES	8	524	$4,3 \times 10^{-3}$	Non conforme
	Nt	0	0	0	Conforme
	Pt	0	0	0	Conforme
	PO4	0	0	0	Conforme
	T°	0	-	-	Conforme
	pH	0	-	-	Conforme

Tableau V-9 : Charge déversée hors normes par la STEP.

#### V.4.3.5. Production des boues.

Le mode d'épuration de la STEP de Jijel est à boues activée à faible charge. Une bonne quantité de boue est recirculée dans le système d'épuration, pendant que l'excédent (un taux de 8 % du volume total des boues) est stocké dans un lit de séchage. Après une durée de cinq mois d'exploitation, le lit de séchage a retrouvé son plein au mois décembre 2008. Alors des échantillons ont été prélevés et transmis au laboratoire d'analyse régional (LCR-Alger). Les analyses effectuées ont porté surtout sur la détection des métaux lourds.

Critères	Indicateurs	Résultats	Performance
La qualité des boues pour l'usage agricole	Indicateurs des éléments fertilisants	Données indisponibles	-
	Indicateurs de matière organique	Données indisponibles	-
	Indicateur de matières indésirable.	(voir la figure V-35)	Bonne
Quantité des boues destinées à la décharge publique	Taux des boues produits par habitant pendant un an, destinées à la décharge publique (Kg/an/hab)	130	-

Tableau V-10 : Résultats sur la boue produite.

Les quantités en métaux lourds sont faibles par rapport à la norme, donc la boue ne contient pas de paramètres toxiques. Néanmoins les paramètres de fertilisation et de matières organiques sont absente (données indisponibles). Dans ce cas on ne peut pas juger l'efficacité de la boue pour un usage agricole.

La station d'épuration produit une quantité de boue qui sera transmise à la décharge publique après séchage. Cette quantité est égale à une moyenne journalière de 43 000 Kg/j. Donc chaque habitant, produit une quantité de 130 Kg/an/hab destinées intégralement au milieu naturel.

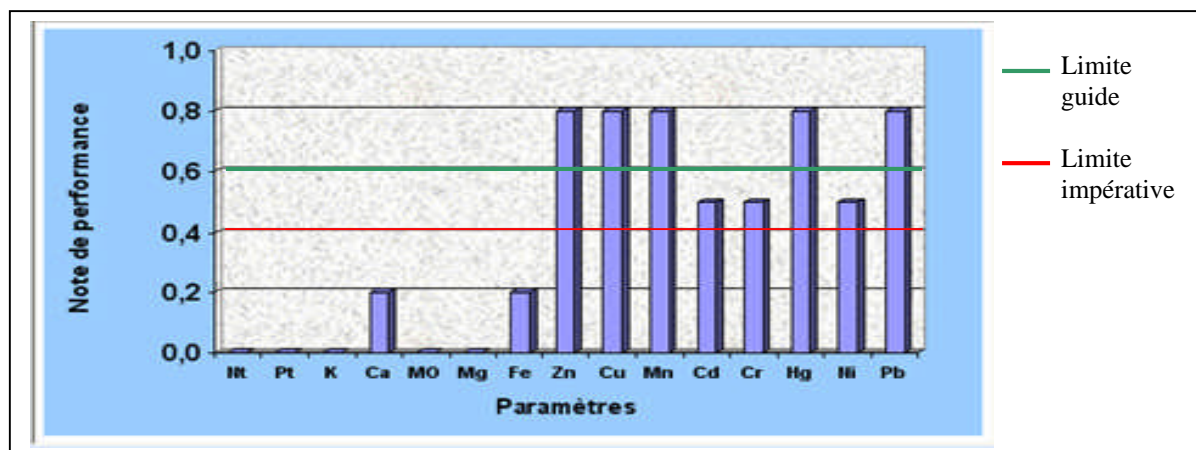


Fig. V-34 : La qualité des boues produite par la STEP pour l'usage agricole.

#### V.4.3.6. Conclusion et recommandation.

D'après les résultats obtenus sur l'ensemble des performances des critères (figure V-35), la station dépuratoire possède un bon rendement épuratoire, avec une qualité des rejets qui respecte les normes imposées par la réglementation algérienne, et une boue considérée comme non toxique.

Néanmoins, il reste des dysfonctionnements à régler dans l'urgence, comme les quantités des boues rejetées directement dans le milieu naturel (à l'air libre). Dans ce cas, il est recommandé d'introduire un système d'incinération des boues, ou d'envisager une politique en terme de leur réutilisation pour l'usage agricole. L'autre dysfonctionnement est lié à la mauvaise prise en charge, par rapport aux débits et les masses polluantes entrantes à la STEP. Pour ce cas, la dotation journalière sera remise en hausse dans les mois qui viennent (d'après le service de l'assainissement à la DHW), puisque des travaux de réhabilitation du réseau d'AEP sont en cours. En plus les rejets de la commune d'El Aouna seront prochainement reliés à la STEP. Pour le critère « respect de l'objectif de qualité », la mauvaise performance provient des dysfonctionnements du réseau (présence de rejets directs en amont de la STEP).

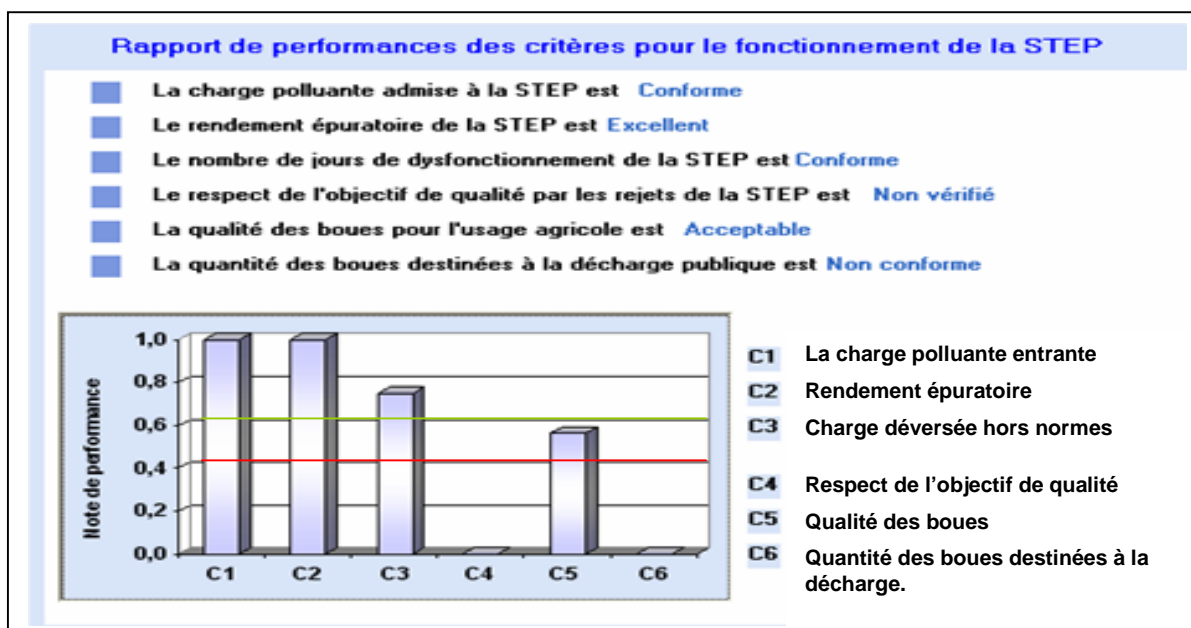


Fig. V-35 : Rapport de performance pour le sous objectif « Fonctionnement de la STEP ».

#### V.4.4. Sous objectif « Fonctionnement du réseau ».

##### V.4.4.1. Etat de collecte.

##### V.4.4.1.a. Taux de rejets direct.

Pour calculer le taux de rejets directs dans le milieu récepteur nous avons comparé les résultats des différentes méthodes de calculs.

Dans la première méthode, le volume des eaux rejetées directement a été estimé à une moyenne journalière de 3000 m<sup>3</sup>/j, via une série de mesures qui a été effectuée sur différents points de rejets.

Dans la deuxième méthode, nous avons utilisé les données d'exploitation en eau potable fournies par l'ADE. Pour cela, nous avons choisi le mois de décembre 2008 pour déduire une moyenne journalière, puisque dans ce mois, l'unité n'a enregistré aucun incident d'exploitation au niveau des forages ou bien du barrage d'El Agrem. La moyenne journalière est de 22 500 m<sup>3</sup>/j. Le taux de fuite dans le réseau d'AEP est estimé à 30 %. Une partie des fuites est récupérée par le réseau d'assainissement, elle est estimée à 25 %. Le taux de fuites dans le réseau d'assainissement est estimé, dans la partie pré diagnostique du groupe SCE, à 15 %. Au début, nous partons avec deux informations : à l'entrée, c'est la production d'eau potable mesurée et à la sortie, c'est le volume des eaux usées mesuré à l'entrée de la STEP.

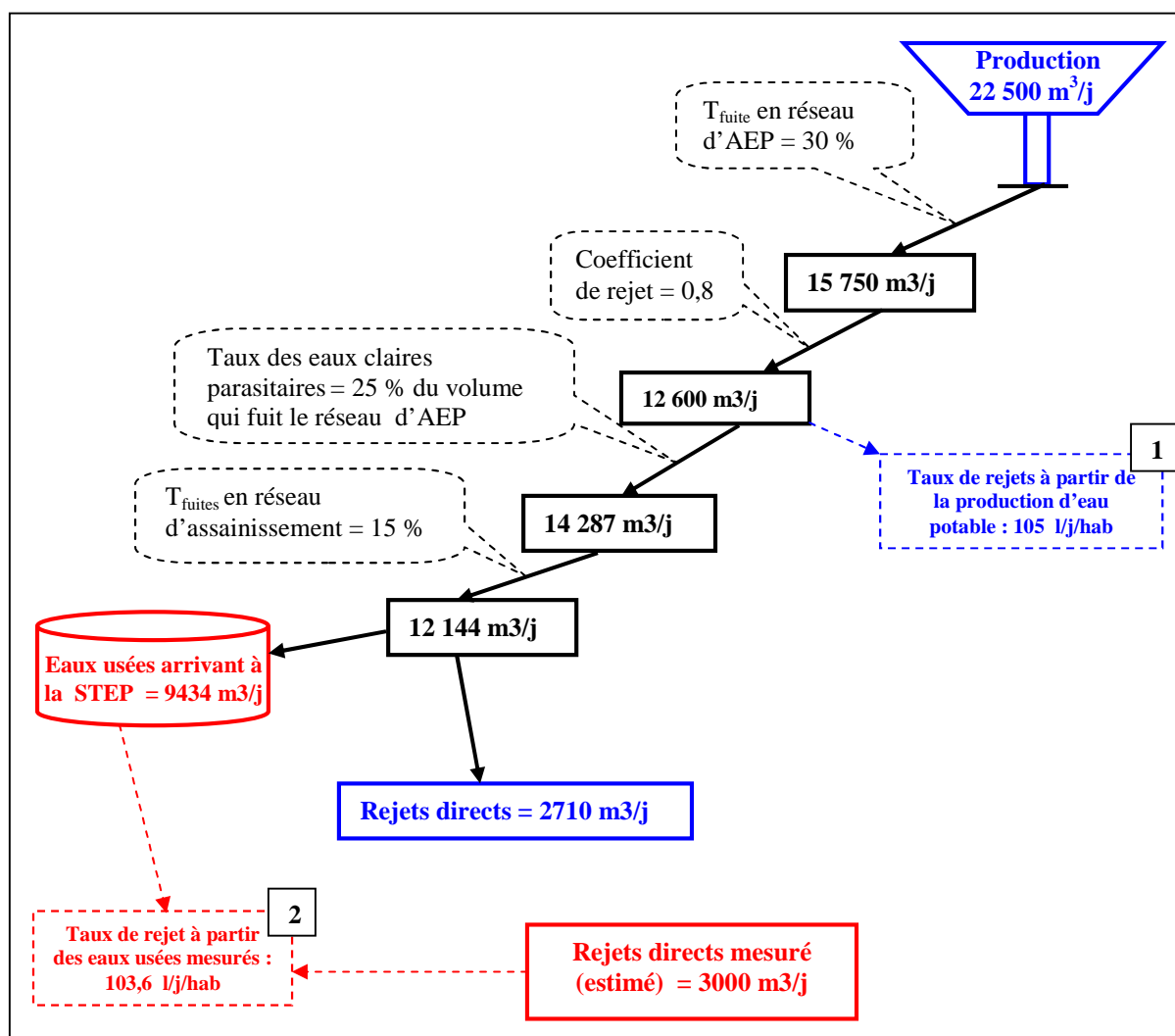


Fig. V-36 : Schéma de calcul des rejets directs pour la ville de Jijel.

A partir des données de la figure V-36, nous pouvons calculer le volume d'eau rejeté directement dans le milieu naturel qui est de 2 710 m<sup>3</sup>/j. Ce volume est assez comparable au volume mesuré sur le terrain qui est de 3 000 m<sup>3</sup>/j. Par contre, si nous appliquons une dotation de 150 l/j/hab pour un réseau qui fonctionne dans les conditions idéales (sans compter les pertes), le volume d'eau rejeté dans le milieu naturel est de 4966 m<sup>3</sup>/j. Enfin, pour calculer le taux de rejets directs, il suffit de diviser le volume rejeté directement sur le nombre d'équivalent habitant, et multiplier par 365 jours (tableau V-11).

Indicateurs	Valeurs	Performance
Taux de rejets directs mesuré sur terrain (SCE)	9 m <sup>3</sup> /an/hab	Non conforme
Taux de rejets directs calculé avec une dotation théorique (d = 150 l/j/hab)	15 m <sup>3</sup> /an/hab	Non-conforme
Taux de rejets directs calculé avec une dotation propre à ville de Jijel (d = 131 l/j/hab).	8,2 m <sup>3</sup> /an/hab	Non-conforme

Tableau V-11 : Résultats de calcul du taux de collecte.

Les rejets directs dans le milieu naturel ne sont pas tolérés par la réglementation, quelques soit la quantité rejetée sauf si la capacité d'autoépuration du milieu récepteur est confirmée. La moitié des rejets directs, sur le réseau de collecte, s'effectuent sur l'Oued de Mautas, ce dernier a été jugé par le critère « respect de l'objectif de qualité » comme un milieu inapte à recevoir des rejets directs. Donc dès qu'il y a un volume rejeté la performance de l'indicateur est égale à 0.

#### V.4.4.1.b. Taux de collecte.

Pour le système de la ville de Jijel, le taux de collecte est égal à 75 %, ce qui représente une performance satisfaisante (RNDE, 1998), mais qui reste dans les limites d'acceptabilité. Le groupe SCE a fait une estimation du taux de collecte mais en terme de linéaire (longueur de réseau raccordée à la STEP). Les résultats révèlent que 76 % du réseau unitaire sont pris en charge par la STEP, 22 % aboutissent au milieu naturel, et 2 % représentent les linéaires en travaux. Par conséquent nous ne pouvons pas comparer ces résultats avec nos calculs, puisque nous travaillons en terme de volume et non pas en terme de linéaire.

#### V.4.4.1.c. Taux de fuites.

L'indicateur proposé pour estimer le taux de fuite, dans le paragraphe III.3.4.4, rapporte le nombre de fuites par kilomètre. Par contre ce taux est exprimé, selon le prédiagnostique du groupe SCE, en pourcentage du volume qui fuit le réseau (%). Il est égal à 15 %. A l'état actuel nous ne disposons pas de seuils pour qualifier la performance de cet indicateur. D'après le groupe SCE et la direction de l'ONA, ce taux est jugé acceptable.

Indicateurs de performance	Résultats	Performance
Taux de fuites (SCE)	15 %	Acceptable
Taux de collecte	En linéaire (estimé par SCE)	Satisfaisant
	En Volume (calculé)	Satisfaisant

Tableau V-12 : Résultats de calcul du taux de collecte et du taux de fuites.



#### V.4.4.2. Estimation du risque d'inondation.

Pour calculer la performance de ce critère, nous disposons comme résultats que le taux de surfaces inondées. La surface inondée est estimée par la délimitation des zones inondables sur le plan de la ville à l'aide du logiciel Autodesk Map, elle est égale à 3 148 m<sup>2</sup>. Cette surface est majoritairement située dans des zones résidentielles. D'après les prescriptions définies par cet indicateur dans le § III.3.4.4, la performance est égale à 0. Donc la note de performance globale du critère est égale à la performance de l'indicateur calculé.

Critère	Indicateurs	Résultats	Performance
Risque d'inondation	Taux de surfaces inondées (%)	1,8 %	Non conforme
	Taux de débordements	Données indisponibles	-

Tableau V-13 : Résultats de calcul du risque d'inondation.

#### V.4.4.3. Etat des raccordements.

Le taux de la population raccordée au réseau d'assainissement est calculé à partir des données fournies par l'ONA. Le nombre d'abonnés raccordés au réseau des eaux usées est celui des abonnés raccordés au réseau d'alimentation en eau potable. Pour la ville de Jijel il est estimé à 94 %. La réglementation n'exige aucun seuil de tolérance. En France, l'Ordre Des Préfets (RF, 2007) exige un taux de raccordement minimum de 90 %. La performance globale du critère « Etat du raccordement » est égale à la note de performance de l'indicateur « Taux de la population raccordée », puisque nous disposons d'assez d'information sur le taux de branchements anarchiques.

Critère	Indicateurs	Résultats	Performance
Etat du raccordement	Taux de la population raccordée au réseau	94 %	Bonne
	Taux des branchements anarchiques	données indisponibles	-

Tableau V-14 : Résultats de calcul de l'état des raccordements.

#### V.4.4.4. Qualité relationnelle avec les usagers.

Les données exploitées pour calculer ce critère ont été fournies par le service technique de l'ONA (Unité de Jijel). Nous pouvons considérer que le nombre de plaintes déposées est considérable par rapport à la taille de la population ou le nombre d'abonnés. Le service chargé de l'enregistrement des plaintes à l'ONA a recensé une moyenne de 4 plaintes par jour pour l'année 2008. Concernant les délais d'intervention, le service estime que presque la moitié des plaintes ne sont pas traitées dans les délais. Le délai moyen de réponse à une plainte, qui est de l'ordre de 3 jours, est considéré comme long. Ceci est dû au peu de moyens dont dispose l'équipe d'intervention actuellement.

Critère	Indicateurs	Résultats	Performance
Qualité relationnelle avec les usagers.	Taux des plaintes déposées par an	71 plaintes par 1000 abonnés	Mauvais
	Efficacité du service de traitement des plaintes	49 %	Mauvais
	Délai moyen de réponse à une plainte	3 jours	Mauvais

Tableau V-15 : Résultats du calcul des indicateurs pour la qualité relationnelle avec les usagers.

#### V.4.4.5. Conclusion et recommandation.

Le taux de rejets directs dans le milieu naturel est considéré comme trop élevé. Ce résultat est confirmé par la mauvaise qualité des eaux constatée en amont des rejets de la STEP. L'étude menée par le groupe SCE a recensé un grand nombre de rejets le long du réseau de collecte, essentiellement concentrés sur l'Oued de Mautas. L'impact sur ce milieu est particulièrement important car une anoxie a été observée à son embouchure. Il est souhaitable et même très recommandé dans l'urgence de concevoir des collecteurs de ceinture, sur chaque rive de l'Oued de Mautas afin de collecter les rejets et de les transférer vers la STEP.

La zone inondable délimitée par l'étude est assez réduite par rapport à la surface totale des sous bassins de collecte. Ceci est dû à la situation topographique de la ville (située entre mer et montagne), caractérisée par une forte dénivellation depuis le contrefort montagneux au sud de la ville jusqu'à la plaine alluviale très restreinte au nord de la ville. Néanmoins, la présence de zone inondable (surtout dans les zones résidentielles) n'est pas tolérable, puisque c'est la sécurité des usagers qui est directement menacée.

Le taux de raccordement aux réseau d'assainissement est considéré comme très bon, puisque une grande partie du réseau a été réhabilitée récemment afin de pouvoir raccorder la partie des abonnés qui utilisent des fausses septiques. Par contre, un grand nombre de branchements des eaux usées sur le réseau des eaux pluviales a été constaté par l'étude en cours. Les chiffres exacts n'ont pas encore été divulgués par le maître d'ouvrage (ONA).

La qualité relationnelle du système d'assainissement avec les usagers est considérée comme mauvaise, par le service technique de l'ONA. Le nombre d'effectifs est trop faible par rapport à la taille du réseau, les moyens d'intervention ou d'exploitation sur terrain sont très primitifs (parfois absents), avec un manque de cadres qualifiés. Tous ces points doivent être passés en révision enfin d'améliorer la qualité du service avec les usagers.

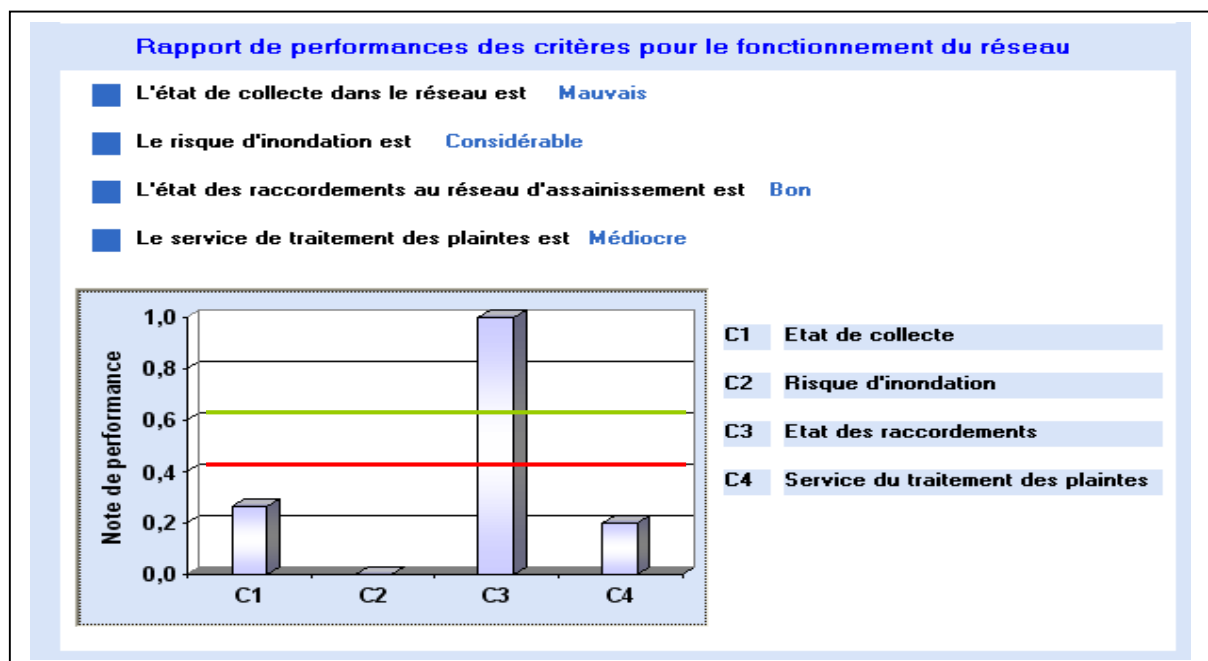


Fig. V-37 : Rapport de performances des critères du sous objectif « Fonctionnement du réseau ».

### V.4.5. Performance globale du système d'assainissement.

Jusqu'à présent, nous avons présenté les résultats de performance pour chaque critère par sous objectif. Le but de ce mémoire est d'évaluer la durabilité d'un système d'assainissement urbain à partir des objectifs fixés dans la problématique de l'assainissement en Algérie. Pour cela, nous avons décidé d'affecter une note de performance (par la méthode AHP) pour chaque sous objectif et qui sera une note de durabilité du système (figure V-38).

Pour le milieu récepteur, les eaux de l'oued Mautas sont de qualité médiocre, malgré que des usages sont possible, mais qui restent dans la limite d'acceptabilité. A partir de là, le système d'assainissement de la ville de Jijel est considéré comme non durable par rapport à son milieu récepteur.

L'état du milieu urbain est jugé mauvais, d'après les résultats obtenus par la performance globale du sous objectif qualité du milieu urbain. Cela implique une non durabilité du système d'assainissement par rapport à son milieu urbain. Mais ce résultat est très dépendant des fonctions de performances des indicateurs proposées pour l'agrégation globale et qui reste à affiner.

La qualité du fonctionnement de la station d'épuration est considérée comme acceptable, vu le volume des eaux usées traitées actuellement qui reste très inférieure à sa capacité nominale. Un autre atout aussi, est que l'exploitation est gérée en ce moment par la société autrichienne qui a fait la réalisation (Vatech-Wabag), en attendant que l'exploitation sera confiée à l'ONA. Donc en terme de durabilité, le système d'assainissement est durable par rapport au fonctionnement de la STEP.

La qualité du fonctionnement du réseau d'assainissement est médiocre. Des améliorations restent à prévoir pour le taux de collecte et la qualité relationnelle avec les usagers. Le système d'assainissement est apprécié comme non durable par rapport au fonctionnement du réseau.

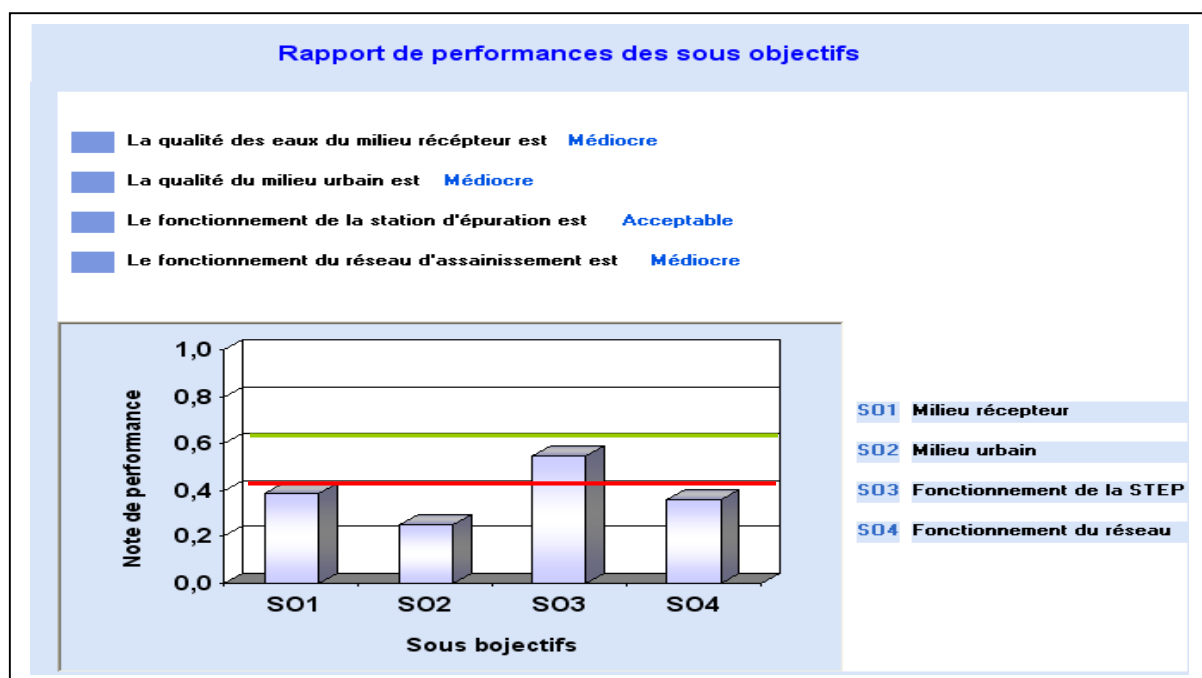


Fig. V-38 : Performance globale du système d'assainissement, par sous objectifs.

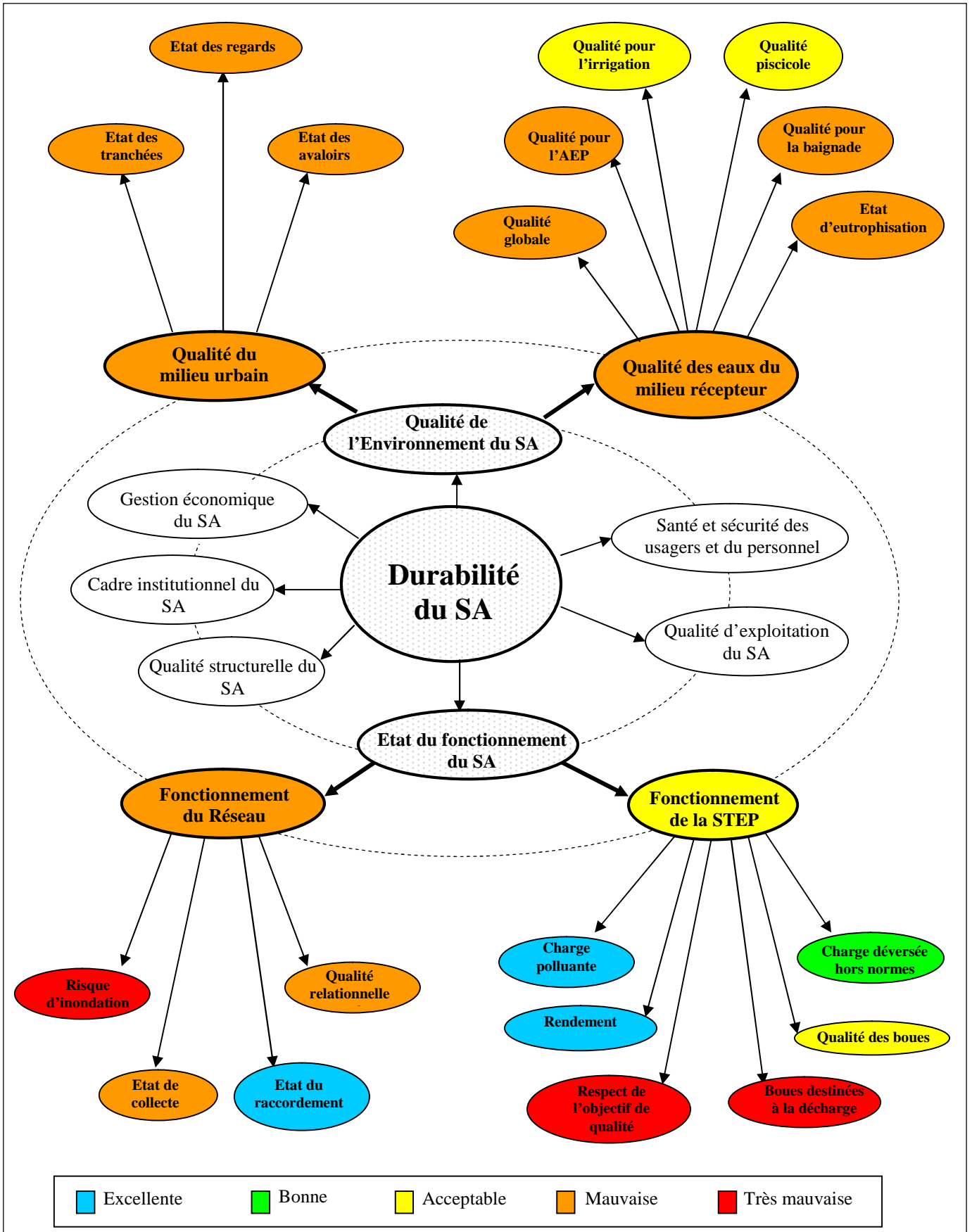


Fig. V-39 : Schéma récapitulatif des performances.

### V.4.6. Evaluation des performances par les méthodes de pondération proposées (annexe VI).

Dans cette partie nous allons appliquer la méthode des sommes pondérées pour agréger les performances des critères, pour le même système d'assainissement de la ville de Jijel. Le but est d'établir une comparaison et déterminer les limites de la méthode AHP appliquée au cours de ce mémoire.

#### V.4.6.1. Description de la méthode.

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

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

Avec :

$PC_j$  : la performance du critère  $C_j$

$w_i$  : le coefficient de pondération de l'indicateur  $I_i$

$PI_i$  : la performance de l'indicateur  $I_i$

La différence entre la méthode AHP et la méthode des moyennes pondérées est essentiellement portée par le calcul des coefficients de pondération : ici leur détermination n'est plus effectuée par une échelle d'importance comme dans la méthode de Saaty (1977), mais nous avons proposé pour chaque sous objectif une façon de calcul basée sur la valeur brute de l'indicateur. (Pour plus de détail, voir l'annexe VI).

#### V.4.6.2. Présentation des résultats.

D'après la figure V-40, les valeurs de performances des deux sous objectifs, « Qualité des eaux du milieu récepteur » et « Qualité du milieu urbain », sont différentes de celles trouvées par la méthode (AHP). Nous constatons une augmentation des notes de performances. Ceci est dû au mode de calcul des coefficients de pondération par les méthodes, proposées en annexe VI, qui diffèrent de la méthode AHP. Les poids des indicateurs sont calculés à partir des valeurs brutes des indicateurs.

Pour le sous objectif « Fonctionnement de la STEP », la différence de performance est très légère, parce que la plus part des critères sont des critères normatifs et ne contiennent qu'un seul indicateur de performance. (Il n'y a pas d'agrégation des performances).

Pour le sous objectif « Fonctionnement du réseau », les notes de performances sont identiques, parce que nous n'avons pas proposés des méthodes de calcul coefficients de pondération.

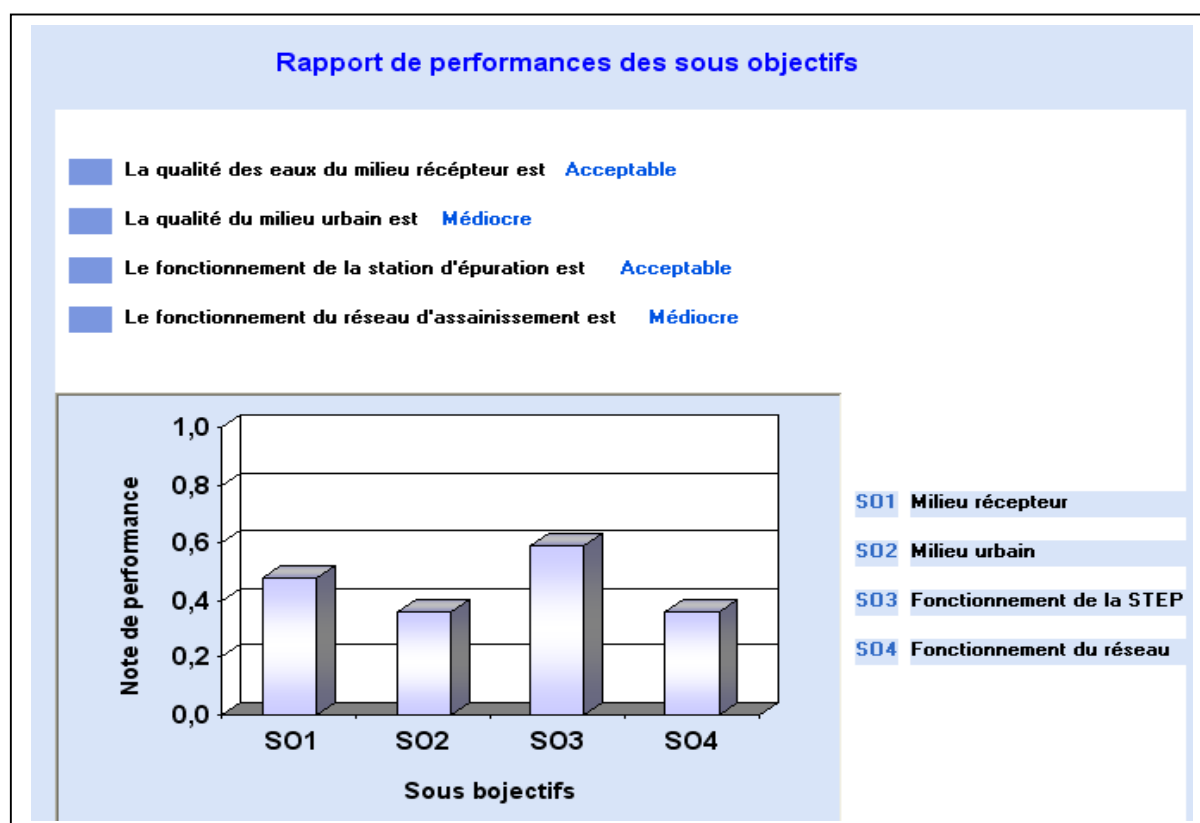
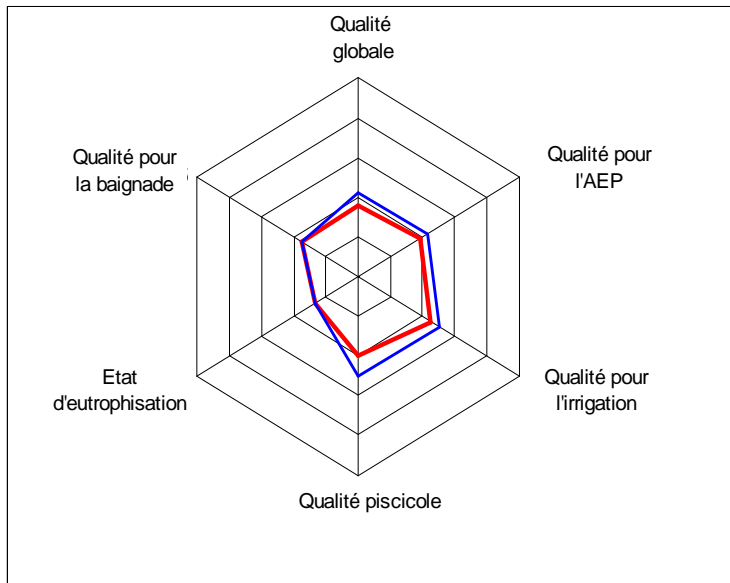


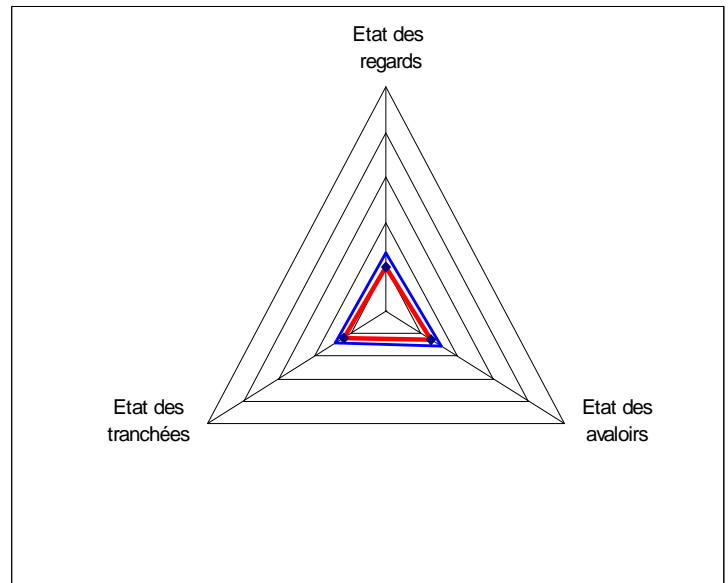
Fig. V-40 : Performance globale du système d'assainissement (méthode de pondération proposée).

Dans la figure V-41, nous présentons les résultats de calcul des performances par les deux méthodes de pondération ; méthode AHP et la méthode proposé dans l'annexe VI. Nous avons opté pour une représentation radar, car elle permet de visualiser des critères d'un même sous objectif et la comparaison entre alternatives est visuelle et claire.

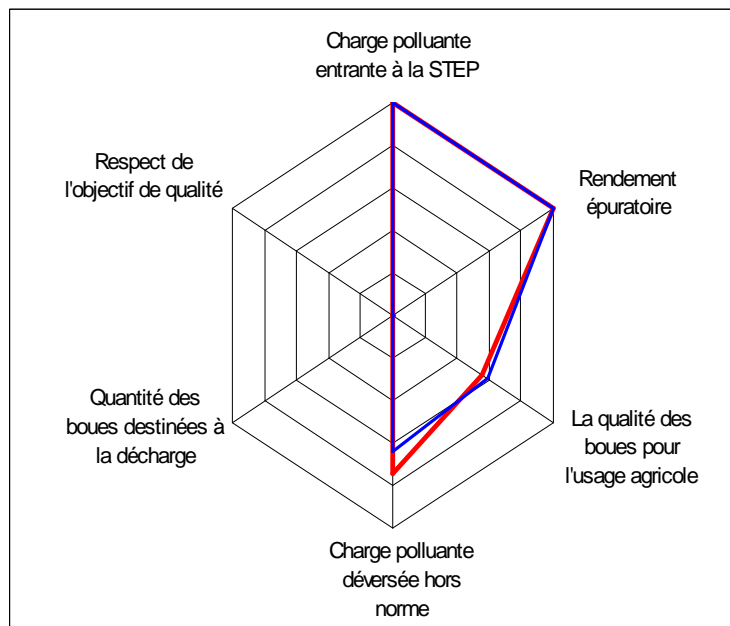
Sous objectif " Préserver la qualité des eaux du milieu récepteur"



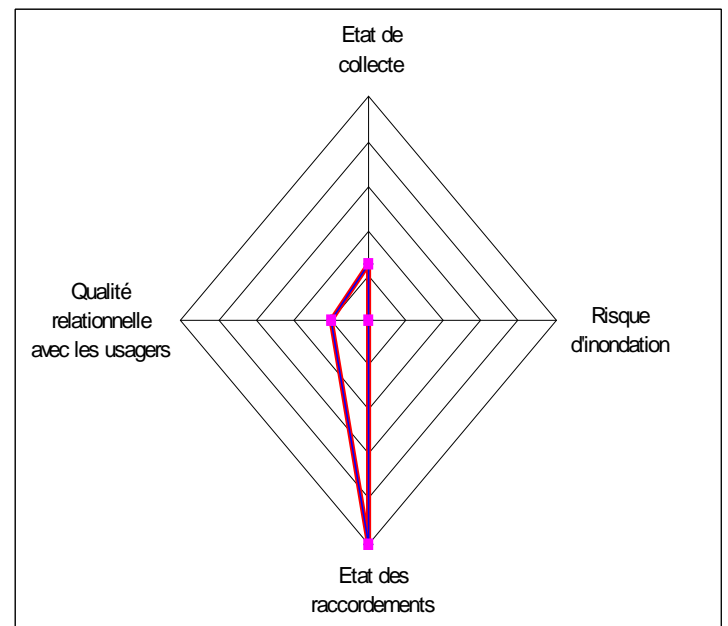
Sous objectif "Protéger l'environnement urbain"



Sous objectif " Assurer le bon fonctionnement de la STEP"



Sous objectif "Assurer le bon fonctionnement du réseau"



— Méthode de pondération proposée  
 — Méthode AHP

Fig. V-41 : Représentation des performances des critères pour chaque sous objectif

## V.5. Conclusion.

L'application de l'outil DURSAU sur le système d'assainissement de la ville de Jijel a permis de mettre en évidence les limites de la méthode proposée pour le calcul de la performance globale. Une des limites de la méthode est de baser ses calculs sur des paramètres qui sont eux même issus d'autres calculs. Cela entraîne une dépendance vis-à-vis d'autres outils dont l'utilisateur ne maîtrise pas forcément les sorties.

L'autre limite réside dans l'agrégation des critères. Pour donner une note de performance globale pour chaque sous objectif, il faut agréger les performances des critères, en sachant bien que les performances des critères sont aussi obtenues par une agrégation des indicateurs. Ceci rend la perte d'information considérable lors du passage d'un niveau de performance à un autre.

Les résultats obtenus par les deux méthodes d'évaluation ont révélé que le choix entre les deux, repose sur les modes de calcul des coefficients de pondération. Ces modes de calcul reste à développer dans le cas de méthode des moyennes pondérées. La grande limitation de ce type de méthodes est le temps (et le coût) nécessaire pour effectuer les calculs des indicateurs et surtout pour acquérir les données.

La méthode d'évaluation des performances (AHP), reste simple d'utilisation et compréhensible. De nouveaux aspects pourront être pris en compte sous forme soit d'indicateurs (ex. taux de points noirs sur le réseau), soit de critères (risque de nuisances urbaines). Concernant l'agrégation des indicateurs et des critères, le mode de détermination des coefficients de pondération est moins transparent mais il reste compréhensible et utilisable et surtout il permet de vérifier la cohérence des choix.



## *Conclusion générale et perspectives*

---

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. Dans une autre logique, 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 performenciale pour traduire les données brutes et les valeurs des indicateurs à des connaissances plus significatives et facilement exploitable 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, nous avons souligné les aspects prioritaires à intégrer en urgence, fait ressortir une première perspective sur les actions spécifiques nécessaires à adopter et montré l'essentiel des objectifs attendus.

Dans la continuité de ce travail, le chapitre 3 se rapporte au cœur de la méthode : les indicateurs de performance. Pour chaque objectif nous proposons un ensemble d'indicateurs, qui sont définis, décrits, une méthode de calcul est proposée avec une définition des seuils (normes, fonctions,...) pour qualifier leur performance. Le mode d'agrégation pour le calcul de la performance globale a été défini : il s'agit de la méthode AHP pour la recherche des coefficients de pondération et de la somme pondérée pour l'agrégation. L'AHP, malgré sa complexité, est la seule méthode permettant de vérifier la cohérence des relations d'importance entre indicateurs. La méthode des sommes pondérées offre l'avantage de la clarté et de la simplicité d'utilisation.

Le chapitre 4 est une présentation de l'outil développé au sein de ce mémoire. L'outil offre un moyen d'évaluer la performance d'un système d'assainissement. Il permet à l'utilisateur d'interagir grâce à la visualisation immédiate des changements des diagrammes de performance, en fonction de la modification des données d'entrée. Ces données sont regroupées par sous objectifs (milieu urbain, milieu récepteur,...). En outre, l'utilisateur trouvera un outil paramétré ; c'est-à-dire qu'il peut évaluer un indicateur sans qu'il soit obligé d'évaluer l'ensemble des indicateurs qui forment le critère et la même chose aussi pour les résultats.

La finalité de cet outil est de pouvoir offrir une méthodologie utile, c'est-à-dire concrètement applicable sur des projets de développement durable à l'échelle du système d'assainissement. Dans le chapitre 5, nous avons choisi comme application le système de la ville de Jijel, puisque nous comptons bien travailler en collaboration avec le groupe SCE qui mène actuellement une étude de diagnostic et de réhabilitation du système d'assainissement de la ville de Jijel. Parmi les tâches définies par le contrat du marché, le groupe d'étude devrait aboutir à la définition des indicateurs de performance et la mise en place d'un tableau de bord, qui sera exploité directement par l'ONA pour la gestion du système d'assainissement.

Ce travail de mémoire a englobé un sujet vaste et encore novateur, les perspectives de recherche sont donc nombreuses. A l'état actuel, nous n'avons pas pu évaluer la performance de tous les critères et des indicateurs, pour cause de manque des références de vérifications ou des normes d'appréciation, ou bien pour l'inexistence des données nécessaires pour calculer les indicateurs, et parfois à cause de la non homogénéité des échelles de performance des critères. Cette perspective est l'une des priorités à aborder par la suite.

Les indicateurs de performance proposés sont issus parfois des calculs par des outils de simulation (ex. Taux de débordements). Ce qui représente une demande importante en temps, en ressources et en coût pour effectuer les calculs des indicateurs et surtout pour acquérir les données. L'objectif futur est de simplifier cette démarche en proposant des valeurs moyennes ou des ratios facilement évaluables et utilisables.

La validation de l'outil DURSAU peut être effectuée par une recherche de références. Cela nécessite l'application de la méthode proposée à plusieurs cas d'étude afin d'obtenir des statistiques suffisantes.

La mise en oeuvre d'un système d'informations géographiques (SIG) comme partie intégrée à l'outil développé peut être très utile, pour simplifier l'utilisation des données et la visualisation des résultats sur des cartes géographiques, et de faire des requêtes spatiale sur ces résultats comme par exemple : afficher le taux de raccordement au réseau ou le taux de collecte des eaux usées par sous bassin de collecte.

Concernant l'extension de l'outil DURSAU à d'autres fonctions (traitement des autres objectifs) sera réalisé en dehors de ce mémoire (faute de temps). L'étude devrait s'intéresser à la proposition des éléments méthodologiques pour étudier la durabilité des systèmes d'assainissement urbains, en incluant les autres objectifs associés à la politique du développement durable d'une manière plus approfondie.

## *Bibliographie*

---

### **ADEME, 2000**

Référence du 10 octobre 2000. <http://www.ademe.fr>

### **AGENCE DE BASSIN CSM, 1999**

« Les carnets de l'agence ». Le bassin de Constantinois-Seybousse-Mellegue, Ministères des Ressources en Eau, N° 2, Octobre 1999.

### **AGENCES DE L'EAU FRANÇAISE, 2001**

« Les rivières eutrophisées » – Stratégie d'action. Note Technique N°3. Agence du bassin Rhône Méditerranée Corse.

### **AGENCE DE L'EAU FRANÇAISE, 2005**

Bilan de la qualité des eaux du bassin Adour-Garonne. Les études de l'agence Adour-Garonne.

### **AGENDA 21**

Complémentaire de la déclaration de Rio 1992 au service du développement durable, République française. [www.agenda21france.org](http://www.agenda21france.org)

### **A.N.R.H., 2001.**

Carte de la qualité des eaux superficielles. Campagne de mesure année : 2001

### **BALKEMA, A.J., PREISIG, H.A., OTTERPOHL, R. & LAMBERT, F.J.D., 2002**

« Indicators of sustainability assessment of wastewater treatment systems », Urban Water, 4, 153-161.

### **BANA E COSTA C. A., DE CORTE J.-M. ET VANSNICK J.-C., 2003**

« MACBETH : Multicriteria Decision Analysis ». LSE OR Working papers. ISBN 0 7530 1520 X.

### **BARRAUD, S., BARDIN, J.-P., ALFAKIH, E., ABDELMAKI, L., 2001**

« Construction d'indicateurs de performances techniques, économiques, et environnementales des ouvrages d'infiltration des eaux pluviales en milieu urbain ». Compte rendu final de l'Action Concertée Incitative Ville, Villeurbanne, 129 p.

### **BARTRAM, J., 2000**

Monitoring Bathing Waters, A Practical Guide to the Design and Implementation of Assessments and Monitoring Programmes. World Health Organisation (OMS)

### **BELACEL, N., 2000**

« Méthodes de classification multicritère ». Méthodologie et application à l'aide au diagnostic médical. Thèse de doctorat, université libre de Bruxelles, 1999.

### **BENZERRA, A., 2008**

« Problématique de la situation algérienne en matière d'assainissement ». Rapport d'étude. Laboratoire d'hydraulique appliquée. Université de Béjaïa.

**BEN MENA S., 2000**

« Introduction aux méthodes multicritères d'aide à la décision ». Biotechnologie, Agronomie, Société et Environnement, février 2000, 4, p. 83-93.

**BERTRIN. V., 2007**

Application de l'outil SEQ-Plan d'eau sur les lacs de la région Adour-Garonne. Unité de recherche Réseau, Epuration et Qualité des eaux, Bordeaux. L'agence de l'Eau Adour-Garonne.

**BONIERBALE, T., 2004**

«Éléments pour l'évaluation de la qualité environnementale des systèmes d'assainissement urbains». Thèse de doctorat, Université de Marne-La-Vallée, septembre 2004, 226 pages.

**BOUCHERAI, S., 1992**

Diagnostic et contrôle du phénomène d'eutrophisation du barrage de Keddara – Algérie. Société Bonnard & Gardel Ingénieurs Conseils, Lausanne, Suisse, 1992.

**BOUYSSOU D., DUBOIS D., PIRLOT M., ET PRADE H., 2003**

« Concepts et Méthodes pour l'Aide à la Décision ». Ouvrage collectif dans la série IC2 Information, Commande, Communication. Edition Hermès, 2003.

**CAILLET R., 2003**

« Analyse multicritère : étude et comparaison des méthodes existantes en vue d'une application en analyse de cycle de vie ». Série scientifique. CIRANO – Montréal.

**CATE, 2004**

L'eau en Algérie : le grand défi de demain, Avant-projet de rapport. CNES.

**CHATAGNON, N., 1999**

«Développement d'une méthode d'évaluation de la qualité environnementale des bâtiments au stade de la conception ». Thèse, Université de Savoie, 1999, 344 p.

**CHERQUI F., 2005**

« Méthodologie d'évaluation d'un projet d'aménagement durable d'un quartier ». Thèse de Doctorat. Pole sciences et technologie. Université de La Rochelle

**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 27 février 2008, Bejaia.

**CHERRARED, M., CHOCAT, B., BENZERRA, A., 2007**

« Problématique et faisabilité du développement durable en matière d'assainissement urbain ». 6<sup>ème</sup> conférence internationale sur les techniques et stratégies durable pour la gestion des eaux urbaines par temps de pluie, NOVATECH du 25 au 28 juin 2007, Lyon.

**CHOCAT, B., 1997**

«Encyclopédie de l'hydrologie urbaine et de l'assainissement ». Edition : Lavoisier, Technique et documentation, Paris, 1997

**CIGB, 2001**

Gestion de la qualité de l'eau, de la flore et de la faune. Actes du 18e congrès des grands barrages à DURBAN.

**CNES, 2005**

Rapport national sur le développement humain. République Algérienne.

**CNES, 1998**

L'environnement en Algérie. CNES

**COLIN, F., 2000**

«Approche spatiale de la pollution chronique des eaux de surface par les produits phytosanitaires - cas de l'atrazine dans bassin versant Sousson (Gers, France) ». Thèse de doctorat, CEMAGREF-ENGREF, Montpellier, 100 p.

**COUSQUER, Y., DUMONT, J., HANUS, F., LAVOUX, T., PRIME, J.L., 2004**

« Les indicateurs de performance appliqués aux services publics de l'eau et de l'assainissement ». Constats et proposition, Rapport N° 2004-0062-1, République Française.

**DAPE, 2006**

Synthèse sur les projets d'assainissement, Ministère des Ressources en Eau.

**DELANNOY, 1989**

« Evaluation multicritère de la qualité d'un projet de restructuration de réseau d'assainissement ». Thèse doctorat, INSA de Lyon, France, 315 p.

**DIRECTION REGIONALE DE L'ENVIRONNEMENT DE LA BRETAGNE, 2001**

Rapport d'activité « Qualité biologique des cours d'eau Bretons ».

**ENDERLEIN, S., 1996**

Water Quality Requirements. Bulletin de l'OMS.

**F.A.O, 1994**

« Water quality for agriculture ». Food and Alimentation Organisation, Irrigation and drainage paper, n °29.

**FARGIER, H., 2000**

« Modèles et algorithmes pour l'aide à la décision ». Rapport d'habilitation à diriger des recherches. Université Paul Sabatier, Toulouse, 2006

**GOGER, T., 2006**

«Un indicateur d'impact environnemental global des polluants atmosphériques émis par les transports ». Thèse de doctorat, INSA - Lyon, France, 302 p.

**GRAY, 1999**

Water technologie. «An Introduction for Scientist and Engineers». Edition Arnold, London, 1999.

**HADJEL, M., 2005**

« Elaboration d'une méthodologie d'évaluation de la qualité des eaux superficielles. Cas du bassin versant de la Tafna – Ouest Algérien ». Colloque international de l'eau, Université de Corse, 2005.

**HARKER, P. T., 1989**

«The art and science of decision making : the analytic Hierarchiy Process ». Springer-Verlag, 1989.

**HARTANI T., 2004.**

La réutilisation des eaux usées en irrigation : Cas de la Mitidja en Algérie. Projet INCO-WADEMED, Rabat 2004.

**HYDROSPHÈRE-ECOSPHERE, 2004**

Bilan des études et des réseaux de suivi de la qualité de la Marne. Syndicat Mixte Marne - Vive.

**IFEN, 1996**

« Indicateurs de performance environnementale de la France ». Orléans : Institut Français de l'Environnement : édition 1996-1997, 125 p.

**ISO, 2000**

« Systèmes de management environnemental - Spécifications et lignes directrices pour son utilisation ». Norme française NF EN ISO 14001. Paris : AFNOR.

**JOURNALE OFFICIEL, 1993**

«Décret exécutif n° 93-163 du 10 juillet 1993 » JO de la République Algérienne du 14 juillet 1993, p 10-11.

**KADI, A., 1997**

Hydrological Sciences. Journal des sciences hydrologiques. La gestion de l'eau en Algérie. n° 42 Avril 1997.

**LABOUZE, E., 1995**

«Les indicateurs de performance environnementale ». La revue française de comptabilité, 272 « la comptabilité de l'environnement », 77-85.

**LENNTECH**

Fabricant des systèmes de traitement de l'eau et de l'air en Europe. [www.lenntech.com](http://www.lenntech.com)

**LUNDIN, M., BENGTSSON, M., MOLANDER, S., 2000**

« Life Cycle Assessment of Wastewater Systems - Influence of System Boundaries and Scale on Calculated Environmental Loads », Environmental Science and Technology, 34, 180-186.

**MATOS, R., CARDOSO, A., ASHLEY, R., DUARTE, P., 2003**

«Performance indicators for wastewater services». IWA Manual of best practices, 2003, 192 p.

**NASSAR K., THABET W. ET BELIVEAU Y., 2003**

« A procedure for multi-criteria selection of building assemblies ». Automation in Construction, septembre 2003, 12(5), p. 543-560.

**NF, 1996**

Réseaux d'évacuation et d'assainissement à l'extérieur des bâtiments – partie 1 : Généralités et définitions. Norme française NF EN 752-1. Paris : AFNOR, avril 1996.

**ODE FRANCE. (DOCUMENT INTERNET)**

Qualité bactériologique des eaux superficielles. Observatoire départementale de l'eau en France.

**OBSERVATOIRE DE L'EAU ADOUR, 2002**

Rapport de la qualité des eaux de surface du bassin Adour.

**OCDE, 1993**

*Corps central d'indicateurs de l'O.C.D.E pour l'examen des performances environnementales*. Paris : Organisation de Coopération et de Développement Economiques, 1993, 41 p.

**OMS, 2004**

Directives de qualité pour l'eau de boisson. Organisation Mondiale de la Santé, Genève, Vol 1 : 3ème édition, ISBN 92 41546387

**ONA, 2005**

Les manuels de l'ONA. Document interne de travail.

**PRONOST, 2007**

« Impacts et management des effluents industriels raccordés aux réseau d'assainissement urbain ». Rapport de travail. Office International de l'Eau (OIEAU).

**RF, 2001**

« Décret n° 2001-1220 du 20 décembre 2001 relatif aux eaux brutes destinées à la consommation humaine, à l'exclusion des eaux minérales naturelles ». JO de la République Française, Paris, 20 décembre 2001.

**RF, 2007**

« Arrêté préfectoral portant renouvellement de l'autorisation du système d'assainissement de la Communauté de l'Agglomération Creilloise ». 19 p.

**RM, 2007**

Secrétariat d'Etat auprès du Ministère de l'Energie, des Mines, de l'Eau et de l'Environnement, chargé de l'Eau et de l'Environnement, Les normes marocaine, Royaume du Maroc, 2007.

**R.N.D.E., 1998**

« L'assainissement des grandes villes : données 1996 ». Réseau National de Données sur l'Eau, 1998, 27 p.

**RODIER. J., 2005**

« L'analyse de l'eau. Eau naturelle, eau résiduaire et eau de mer ». 8<sup>ème</sup> Edition Dunod. 1383 p.

**ROY, B., 1985**

« Méthodologie multicritère d'aide à la décision ». Paris, Economica, 1985.

**ROY B. ET 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.

**SAHELI, H. A., CHRISTOPHER, A., KENNEDY, B., 2005**

« Developing sustainability criteria for urban infrastructure systems ». NRC Research Press, 72-85.

**SAYAD. A., 1998**

« Evaluation de la qualité des plages de la région de Bejaia », Mémoire de DEUA Biologie, Université de Bejaia, 1998.

**SCE, 2009**

« Etude de diagnostic et de réhabilitation du système d'assainissement de la ville de Jijel ». Rapport de la mission A : Pré-diagnostic du système.

**S.P.D.E., 2003**

« Dossier spécial : Indicateurs de performance ». Aquae, La lettre du syndicat professionnel des entreprises de services d'eau et d'assainissement, n°15, Février 2003.

**USDA, 2002**

« Agricultural research service ». United States Department of agriculture, Canada.

**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.



# ANNEXE I

## Les grilles de performance des indicateurs

			Classe de Qualité				
			100 - 80	79 - 60	59 - 40	39 - 20	19 - 0
	Paramètre	Unité	Excellente	Bonne	Acceptable	Médiocre	Très pollué
Matières organiques	DBO <sub>5</sub>	mg O <sub>2</sub> / l	< 3	3 à 5	5 à 10	10 à 15	>15
	DCO	mg O <sub>2</sub> / l	< 20	20 à 25	25 à 40	40 à 80	>80
Matières oxydables	O <sub>2</sub> dissout	%	> 90	70 à 90	50 à 70	< 50	0
	O <sub>2</sub>	mg/l	> 7	5 à 7	3 à 5	< 3	0
Matières en suspension	MES	mg/l	MES ≤25	25< MES ≤50	50< MES ≤100	100< MES ≤150	MES >150
Matières phosphorées	PO <sub>4</sub>	mg / l	< 0,2	0,2 à 0,5	0,5 à 1	1 à 2	> 2
Matières azotées	NO <sub>2</sub>	mg / l	< 0,1	0,1 à 0,3	0,3 à 1	1 à 2	> 2
	NO <sub>3</sub>	mg / l	< 5	5 à 25	25 à 50	50 à 80	> 80
	NH <sub>4</sub>	mg / l	< 0,1	0,1 à 0,5	0,5 à 2	2 à 8	> 8

Tableau 1 : Classes de la qualité globale des eaux du milieu récepteur (SQE - eau).

Indice de qualité		100 - 75	74 - 50	49 - 25	24 - 0
Classe de qualité		Bonne	Acceptable	Médiocre	Mauvaise
Indicateurs de salinité	Cl	Cl ≤ 200	200 < Cl ≤ 250	250 < Cl ≤ 350	Cl >350
	SO <sub>4</sub>	SO <sub>4</sub> ≤ 250	250 < SO <sub>4</sub> ≤ 350	350 < SO <sub>4</sub> ≤ 450	SO <sub>4</sub> >450
	Na	Na ≤ 200	200 < Na ≤ 250	250 < Na ≤ 350	Na >350
Indicateurs de matière oxydable	O <sub>2</sub> (%)	O <sub>2</sub> ≥ 70	50 ≤ O <sub>2</sub> < 70	30 ≤ O <sub>2</sub> < 50	O <sub>2</sub> < 30
Indicateurs de substances indésirables	NO <sub>3</sub>	NO <sub>3</sub> ≤ 50	50 < NO <sub>3</sub> ≤ 75	75 < Na ≤ 100	Na >125
	NH <sub>4</sub>	NH <sub>4</sub> ≤ 0,5	0,5 < NH <sub>4</sub> ≤ 1,5	1,5 < NH <sub>4</sub> ≤ 4	NH <sub>4</sub> > 4
	Phénol	C <sub>6</sub> H <sub>5</sub> OH ≤ 0,001	0,001 < C <sub>6</sub> H <sub>5</sub> OH ≤ 0,005	0,001 < C <sub>6</sub> H <sub>5</sub> OH ≤ 0,1	C <sub>6</sub> H <sub>5</sub> OH < 0,1
Indicateurs de substances toxiques	Arsenic	Ar ≤ 10	10 < Ar ≤ 100	100 < Ar ≤ 200	Ar > 200
	Cadmium	Cd ≤ 5	5 < Cd ≤ 10	10 < Cd ≤ 100	Cd > 100
	Chrome	Cr ≤ 50	50 < Cr ≤ 100	100 < Cr ≤ 150	Cr > 150
	Mercure	Hg ≤ 1	1 < Hg ≤ 2	2 < Hg ≤ 5	Hg > 5
	Plomb	Pb ≤ 10	10 < Pb ≤ 50	50 < Pb ≤ 100	Pb > 100
	Pesticides	Pesti ≤ 0,5	0,5 < Pesti ≤ 2,5	2,5 < Pesti ≤ 5	Pesti > 5
Indicateurs microbiologiques	E.coli	Unité ≤ 20	20 < Unité ≤ 2000	2000 < Unité ≤ 20000	Unité > 20000
	Streptocoque fécaux	Unité ≤ 20	20 < Unité ≤ 1000	1000 < Unité ≤ 10000	Unité > 10000

Tableau 2 : Classes de la qualité des eaux destinées à l'AEP (SQE - eau).

Groupe d'indicateurs	Indice de qualité	100 - 70	69 - 29	29 - 0
	Classe de qualité	Bonne	Acceptable	Mauvaise
Indicateurs Salinité	Résidu sec (mg/l)	≤ 1500	1500 - 2500	> 2500
	Chlorure (mg/l)	≤ 360	360 - 700	> 700
Indicateurs microbiologiques	Coliformes thermotolérants (U/100 ml)	≤ 100	100 - 1000	> 1000
	Coliformes totaux (U/100 ml)	≤ 1000	1000 - 10 000	> 10 000
Les métaux lourds	Arsenic (µg/l)	≤ 100	100 - 2000	> 2500
	Cadmium (µg/l)	≤ 10	10 - 100	> 100
	Chrome (µg/l)	≤ 100	100 - 1000	> 1000
	Nickel (µg/l)	≤ 200	200 - 2000	> 2000
	Plomb (µg/l)	≤ 200	200 - 2000	> 2000
	Sélénium (µg/l)	≤ 20	20 - 200	> 200
	Cuivre (µg/l)	≤ 1000	1000 - 5000	> 2500
	Zinc (µg/l)	≤ 5000	5000 - 10 000	> 10 000

Tableau 3 : Classes de la qualité des eaux destinées à l'irrigation (SQE - eau).

Groupe d'indicateurs	Indice de performance	100 - 80	79 - 60	59 - 40	39 - 20	19 - 0
	Classe de performance	Très bonne	Bonne	Acceptable	Médiocre	Mauvaise
Matière oxydable	O <sub>2</sub> (mg/l)	O <sub>2</sub> ≥ 8	6 ≤ O <sub>2</sub> < 8	4 ≤ O <sub>2</sub> < 6	3 ≤ O <sub>2</sub> < 4	O <sub>2</sub> < 3
	Taux sat. O <sub>2</sub> (%)	O <sub>2</sub> ≥ 90	70 ≤ O <sub>2</sub> < 90	50 ≤ O <sub>2</sub> < 70	30 ≤ O <sub>2</sub> < 50	O <sub>2</sub> < 30
Matière organique	DBO5 (mg/l)	DBO ≤ 3	3 < DBO ≤ 6	6 < DBO ≤ 10	10 < DBO ≤ 25	DBO > 25
	DCO (mg/l)	DCO ≤ 20	20 < DCO ≤ 30	30 < DCO ≤ 40	40 < DCO ≤ 80	DCO > 80
Matière azotée	NH <sub>4</sub> (mg/l)	NH <sub>4</sub> ≤ 0,5	0,5 < NH <sub>4</sub> ≤ 1,5	1,5 < NH <sub>4</sub> ≤ 2,8	2,8 < NH <sub>4</sub> ≤ 4	NH <sub>4</sub> > 4
	NKJ (mg/l)	NKJ ≤ 1	1 < NKJ ≤ 2	2 < NKJ ≤ 4	4 < NKJ ≤ 6	NKJ > 6
	NO <sub>2</sub> (mg/l)	NO <sub>2</sub> ≤ 0,03	0,03 < NO <sub>2</sub> ≤ 0,3	0,3 < NO <sub>2</sub> ≤ 0,5	0,5 < NO <sub>2</sub> ≤ 25	NO <sub>2</sub> > 25
	NO <sub>3</sub> (mg/l)	NO <sub>3</sub> ≤ 2	2 < NO <sub>3</sub> ≤ 10	10 < NO <sub>3</sub> ≤ 25	25 < NO <sub>3</sub> ≤ 50	NO <sub>3</sub> > 50
Matière phosphorée	PO <sub>4</sub> (mg/l)	PO <sub>4</sub> ≤ 0,1	0,1 < PO <sub>4</sub> ≤ 0,5	0,5 < PO <sub>4</sub> ≤ 1	1 < PO <sub>4</sub> ≤ 2	PO <sub>4</sub> > 2
	Ptotal (mg/l)	Pt ≤ 0,05	0,05 < Pt ≤ 0,2	0,2 < Pt ≤ 0,5	0,5 < Pt ≤ 1	Pt > 2
PH	PH	6 ≤ PH ≤ 8	8 < PH ≤ 8,5	8,5 < PH ≤ 9	9 < PH ≤ 9,5	PH > 9,5
Matière en suspension	MES (mg/l)	MES ≤ 25	25 < MES ≤ 50	50 < MES ≤ 100	100 < MES ≤ 150	MES > 150
Température	T (°C)	T° ≤ 20	20 < T° ≤ 21,5	21,5 < T° ≤ 25	25 < T° ≤ 28	T° > 28
Les métaux lourds	Aluminium (µg/l)	Al ≤ 5	5 < Al ≤ 10	10 < Al ≤ 50	50 < Al ≤ 100	Al > 100
	Arsenic (µg/l)	Ar ≤ 1	1 < Ar ≤ 10	10 < Ar ≤ 100	100 < Ar ≤ 270	Ar > 270
	Cadmium (µg/l)	Cd ≤ 0,004	0,004 < Cd ≤ 0,04	0,04 < Cd ≤ 0,37	0,37 < Cd ≤ 1,3	Cd > 1,3
	Mercure (µg/l)	Hg ≤ 0,007	0,007 < Hg ≤ 0,07	0,07 < Hg ≤ 0,7	0,7 < Hg ≤ 3	Hg > 3
	Nickel (µg/l)	Ni ≤ 0,62	0,62 < Ni ≤ 6,2	6,2 < Ni ≤ 62	62 < Ni ≤ 360	Ni > 360

Tableau 4 : Classes de la qualité piscicole des eaux (SQE - eau).

Paramètres	Unité	Bonne	Acceptable	Mauvaise
<b>MICROBIOLOGIE</b>				
1. Coliformes totaux	U/ 100 ml	≤ 500	500 à 10 000	> 10 000
2. Escherichia Coli	U/ 100 ml	≤100	100 à 2000	> 2 000
3. Streptocoques fécaux	U/ 100 ml	≤100	100 à 200	> 200
4. Salmonelles	U / 1 L	0	0	≥ 1
5. Entérovirus	U / 10 L	0	0	≥ 1
6. Vibriion cholérique	U / 450 ml	0	0	≥ 1
<b>PHYSICO-CHIMIE</b>				
8. Huiles minérales (mg/l)	mg / l	≤ 0,3	0,3 à 1	≥ 1
9. Substances tensioactives réagissant au bleu de méthylène (mousses)	mg / l	≤ 0,3	0,3 à 1	≥ 1
10. Phénols (indices phénols) en mg/l de phénol (C <sub>6</sub> H <sub>5</sub> OH)	mg / l	≤ 0,005	0,05 à 0,02	≥ 0,02

Tableau 5 : Classes de la qualité des eaux pour la baignade (Journal officiel, 1993).

Groupe indicateurs	Indice de qualité	100 - 80	79 - 60	59 - 40	39 - 20	19 - 0
	Classe de qualité	Non eutrophe	Faiblement eutrophe	Moyennement eutrophe	Fortement eutrophe	Très fortement eutrophe
Matières azotées	NO <sub>3</sub>	≤ 2	2 < NO <sub>3</sub> ≤ 10	10 < NO <sub>3</sub> ≤ 25	25 < NO <sub>3</sub> ≤ 50	> 50
	NO <sub>2</sub>	≤ 0,03	0,03 < NO <sub>2</sub> ≤ 0,3	0,3 < NO <sub>2</sub> ≤ 0,5	0,5 < NO <sub>2</sub> ≤ 1	> 1
	NKJ	≤ 1	1 < NKJ ≤ 2	2 < NKJ ≤ 4	4 < NKJ ≤ 10	> 10
	NH <sub>4</sub>	≤ 0,1	0,1 < NH <sub>4</sub> ≤ 0,5	0,5 < NH <sub>4</sub> ≤ 2	2 < NH <sub>4</sub> ≤ 5	> 5
Matières phosphorées	PO <sub>4</sub>	≤ 0,2	0,2 < PO <sub>4</sub> ≤ 0,5	0,5 < PO <sub>4</sub> ≤ 1	1 < PO <sub>4</sub> ≤ 2	> 2
	Pt	≤ 0,1	0,1 < Pt ≤ 0,3	0,3 < Pt ≤ 0,6	0,6 < Pt ≤ 1	> 1

Tableau 6 : Etat d'eutrophisation des eaux (SQE - eau).

Indicateurs de performance	Unité	Classe	Bonne	Acceptable	Mauvais
		Performance	1 – 0,6	0,59 – 0,4	0,39 - 0
Cadmium (Cd)	mg/kg		< 5,3	5,3 à 20	> 20
Chrome (Cr)	mg/kg		< 80	80 à 1 000	> 1 000
Cuivre (Cu)	mg/kg		< 334	334 à 1 000	> 1 000
Mercure (Hg)	mg/kg		< 2,7	2,7 à 10	> 10
Nickel (Ni)	mg/kg		< 39	39 à 200	> 200
Plomb (Pb)	mg/kg		< 133	133 à 800	> 800
Zinc (Zn)	mg/kg		< 921	921 à 3 000	> 3 000

**Tableau 7 : Classes de qualité des boues pour l'usage agricole (ADEME, 2000).**

## ANNEXE II

### *Les normes d'appréciation des indicateurs*

#### 1. Normes d'appréciation du critère C<sub>2</sub> « Qualité des eaux du milieu récepteur pour la production de l'eau potable ».

Paramètres	Valeurs limites
<b>Indicateurs de salinité</b>	
1. Température de l'eau	25 °C
2. Pour les substances suivantes :	
a) Chlorures (Cl)	200 mg/l
b) Sulfates (SO <sub>4</sub> )	250 mg/l
c) Sodium (Na)	200 mg/l
3. Pourcentage d'oxygène dissous	30 % de la valeur de saturation.
<b>Indicateurs de substances indésirables</b>	
1. Nitrates (NO <sub>3</sub> )	100 mg/l
2. Ammonium 4 mg/l (NH <sub>4</sub> )	4 mg/l
4. Phénols (indice phénol C <sub>6</sub> H <sub>5</sub> OH)	0,1 mg/l
5. Agents de surface (réagissant au bleu de méthylène)	0,5 mg/l
6. Hydrocarbures dissous	1 mg/l
7. Zinc (Zn)	5 mg/l
<b>Indicateurs de substances toxiques</b>	
1. Arsenic (As)	100 µg/l
2. Cadmium (Cd)	5 µg/l
3. Cyanures (CN)	50 µg/l
4. Chrome (Cr)	50 µg/l
5. Mercure (Hg)	1 µg/l
6. Plomb (Pb)	50 µg/l
7. Sélénium (Se)	10 µg/l
8. Pesticides :	2 µg/l
<b>Indicateurs microbiologiques</b>	
1. Coliformes thermotolérants	20 000 (100 ml)
2. Streptocoques fécaux	10 000 (100 ml)

Tableau 1 : Normes d'appréciation de la qualité des eaux brutes destinées à la consommation humaines (Normes française).

## 2. Normes d'appréciation Qualité des eaux pour l'irrigation.

Paramètres	Normes de l'OMS
<b>DBO5</b>	10 à 20
<b>DCO</b>	30 à 60
<b>MES</b>	< 10
<b>PH</b>	6,5 à 8,4
<b>Huiles et graisses</b>	< 8

Tableau 2 : Normes physico-chimique de l'OMS (Boudjema, 2006).

Paramètres	Normes de FAO		
	Problème d'utilisation		
	Aucun problème	Léger à modérer	Sévère
<b>Nt-NO3</b>	< 5	5 à 30	> 30
<b>Pt-PO4</b>	Normes absente	Normes absente	Normes absente

Tableau 3 : Normes des paramètres fertilisants de la FAO (FAO, 1994).

Paramètres	Normes de FAO		
	Problème d'utilisation		
	Aucun problème	Léger à modérer	Sévère
<b>Conductivité</b>	< 5	5 à 30	> 30
<b>SAR</b>	Selon le diagramme réversible (Voir le graphe en annexe)		
<b>Sodium (Na)</b>	< 3	3 à 9	> 9
<b>Chlorure (Cl)</b>	< 4	4 à 10	> 10
<b>Bore (B)</b>	< 0,7	0,7 à 3	> 3
<b>Bicarbonate (HCO3)</b>	< 1,5	1,5 à 8,5	> 8,5

Tableau 4 : Normes des indicateurs de salinité de la FAO (FAO, 1994).

Paramètres	Normes de l'OMS
<b>Coliformes fécaux</b>	< 1000
<b>Coliformes thermotolérants (E. Coli)</b>	Normes absente
<b>Streptocoques fécaux</b>	Normes absente

Tableau 5 : Normes bactériologiques de l'OMS (Boudjema, 2006).

Paramètres	Normes de FAO
Cadmium (Cd)	0,01
Cobalt (Co)	0,05
Chrome (Cr)	0,10
Cuivre (Cu)	0,10
Fer (Fe)	5,00
Manganèse (Mn)	0,20
Nickel (Ni)	0,20
Plomb (Pb)	5,00
Zinc (Zn)	2,00

Tableau 6 : Normes Tunisiennes pour les métaux lourds (Ourari, 2001).

#### 4. Normes d'appréciation de la qualité piscicole des eaux du milieu récepteur.

Paramètres	Unité	Valeurs limites des concentrations
<b>Paramètres physico-chimiques</b>		
DBO <sub>5</sub>	mgO <sub>2</sub> /l	< 6
DCO	mgO <sub>2</sub> /l	< 30
O <sub>2</sub>	mgO <sub>2</sub> /l	> 3
Chlore libre	mg/l	< 0,02
Ammonium	mg/l	< 1
Pesticides	µg/l	< 0,5
Phénols	µg/l	< 1
<b>Métaux lourds</b>		
Mercure	µg/l	< 1
Plomb	µg/l	< 20
Arsenic	µg/l	< 50
Chrome	µg/l	< 50
Cadmium	µg/l	< 5
Cuivres	µg/l	< 40
Zinc	mg/l	< 1,3
<b>Paramètres bactériologiques</b>		
Coliformes fécaux	U /100ml	< 2000

Tableau 7 : Normes Marocaines.

## 5. Normes d'appréciation de la qualité des boues pour l'usage agricole.

Indicateurs	Valeurs limite en % de matière sèche
N (Azote)	2 – 6
P (Phosphore)	1 – 4
K (Potassium)	0,5 – 1,5
Ca (Calcium)	1,2 – 2,8
MO (Matière organique)	30 – 70
Mg (manganèses)	0,01 - 0,2
Fe (fer)	0,048
Zn (zinc)	6
Cu (cuivre)	2
Mn (magnésium)	0,05

Tableau 8 : Normes AFNOR (Degremont, 1978).



## ANNEXE III : Les modèles de pollution.

Nom du modèle	Phénomène modélisé	Principe du modèle	Données nécessaires	Hypothèses de calcul	Equation du modèle	Résultats obtenus	Remarques
<b>La méthode du Taux de pollution.</b>	Contribution des rejets du système d'assainissement à la qualité du cours d'eau.	Pour chaque couple station d'épuration / rivière, il relie le flux de pollution qui sort de la station d'épuration au débit d'étiage de la rivière.	Charge massique de chaque polluant rejetés par la STEP.  Débit d'étiage du cours d'eau.	Elle présuppose que la qualité du cours d'eau en amont est bonne.	$T_i (mg/l) = \frac{\text{Flux rejeté par la STEP (Kg / j)}}{\text{Débit d'étiage (m}^3 / s)}$ <p>Avec : T<sub>i</sub> : le taux de pollution selon le paramètre i.</p>	Concentrations additionnées à l'aval du cours d'eau (mg/l).	
<b>La méthode du Bilan des flux.</b>	Impact des rejets de station d'épuration sur un cours d'eau, immédiatement à l'aval du point de rejet.	Elle tient compte de l'état du milieu à l'amont du rejet et de sa capacité de dilution.  Elle considère le cours d'eau dans son continuum et les rejets dans leur succession.	La qualité du cours d'eau en amont du rejet.  Le débit amont du cours d'eau.  La qualité du rejet de la STEP.  Le débit du rejet de la STEP.	Le rejet urbain est considéré comme ponctuel.  Les valeurs des débits et de concentration du rejet sont représentées par des moyennes.  Le régime du cours d'eau est un régime permanent.  Le cours d'eau est modélisé par une seule dimension.	<p>On pose l'équation des bilans des flux à l'aval du rejet de la STEP :</p> $\text{Flux}_{\text{aval}} = \text{Flux}_{\text{amont}} + \text{Flux}_{\text{rejet}}$ <p>Ce qui correspond à l'équation suivante :</p> $Q_{\text{aval}} \times C_{\text{aval}} = Q_{\text{amont}} \times C_{\text{amont}} + Q_{\text{rejet}} \times C_{\text{rejet}}$ <p>Avec :</p> $Q_{\text{aval}} = Q_{\text{amont}} + Q_{\text{rejet}}$ <p>Donc la concentration du polluant considéré à l'aval du rejet de la STEP est :</p> $C_{\text{aval}} = \frac{Q_{\text{amont}} \times C_{\text{amont}} + Q_{\text{rejet}} \times C_{\text{rejet}}}{Q_{\text{amont}} + Q_{\text{rejet}}}$	Concentrations des paramètres de pollution en aval des rejets (mg/l)	Le modèle de dilution ne peut être utilisé que pour l'estimation de la concentration des indicateurs physiques ou chimiques en aval des points de rejets.

Tableau 1 : Les modèles de pollution.

<b>Méthode de la conservation de la masse.</b>	Impact des rejets du système d'assainissement sur la qualité du cours d'eau.	Elle considère que la masse de polluant entrant dans une section situé en amont du rejet de la rivière, est égale à la masse sortante d'une autre section distant du rejet.	La masse du polluant rejetés par la STEP. Débit d'étéage du cours d'eau La qualité du cours d'eau en amont du rejet. Le volume déversé par la STEP. La durée du déversement et la durée d'effet.	Le rejet urbain est considéré comme ponctuel.  Le régime du cours d'eau est un régime permanent.	$C_m = \frac{M}{V} + \frac{C \times Q \times D}{Q \times D}$ <p>Avec :</p> <p><math>C_m</math> : concentration moyenne en aval du rejet.  <math>M</math> : la masse du polluant rejeté  <math>C</math> : la concentration du polluant en amont du rejet  <math>Q</math> : débit d'étéage du cours d'eau  <math>V</math> : le volume déversé par la STEP  <math>D</math> : est la durée totale d'effet qui égale à la somme de la durée du déversement et la durée de transition de la masse d'eau déversée.</p>	Concentrations moyenne des paramètres de pollution en aval du rejet de la STEP.	Cette méthode prend en considération le pouvoir bénéficié du pouvoir auto-épuration du cours d'eau.
<b>Modèle CARTOQE (Merle, 1990)</b>	Simulation de l'évolution des flux de polluants : DBO5, DCO, MES, NH4 et PO4, en aval du cours d'eau, sous l'effet de plusieurs rejets intermédiaires.	La modélisation du flux au point n (situé en aval de tous les rejets) est faite en fonction du flux au point (n-1) (situé en amont de tous les rejets) et des rejets intermédiaires.	Qualité de l'eau en amont des rejets  Qualité de l'eau pour tous les rejets intermédiaires.  Débit d'étéage du cours d'eau. Débit des points de rejet. Coefficient global d'autoépuration K pour chaque paramètre.	Le régime hydraulique du cours d'eau est permanent.  Le coefficient d'autoépuration pour chaque paramètre est défini par un calage, il est constant au moins par grand tronçon.	$F_n(x) = F_{n-1}(x) \cdot K_x^{d(n-1,n)} + \sum_i (F_{R_i}(x) \cdot K_x^{d(R_i,n)})$ <p><math>F_n(x)</math>: Flux du composant x au point n,  <math>F_{n-1}(x)</math> : flux du composant x au point n-1,  <math>F_{R_i}(x)</math> : flux du composant x du rejet Ri  <math>K_x</math> : coefficient global d'autoépuration défini par calage, (<math>K_x &lt; 1</math>)  <math>d(n-1,n)</math> : distance entre les points (n-1) et n,  <math>d(R_i, n)</math>: distance entre le point de rejet Ri et le point n,  <math>\sum_i</math> pour les rejet Ri entre le point n-1 et le point n.</p> <p>La concentration dans le milieu récepteur, en aval des rejets est déterminée par la formule suivante :</p> $C_n(x) = \frac{F_n(x)}{Q_{\text{étéage}}}$	Concentration en amont des rejets (mg/l).	L'interprétation des résultats est un peu délicate dans le cas de la simulation des évènements pluviaux extrême.

Tableau 2 : Les modèles de pollution. (Suite)

<p><b>Le modèle de STREETER et PHELPS (1925).</b></p>	<p>Evaluation du déficit en oxygène dissous en aval des rejets du système d'assainissement.</p>	<p>La vitesse de disparition d'un élément est proportionnelle à la quantité restante de cet élément.</p> <p>Il tient compte de la consommation d'oxygène due à la DBO<sub>5</sub>.</p>	<p>Concentration initiale de DBO<sub>5</sub> en aval du rejet.</p> <p>Déficit en oxygène dissous initialement mesuré en amont du rejet.</p> <p>Débit du cours d'eau.</p> <p>Débit de l'effluent.</p> <p>Géométrie du cours d'eau.</p> <p>Paramètres d'autoépuration.</p>	<p>L'effluent a un débit constant, une DBO constante, un mélange latéral rapide et complet dans les eaux réceptrices.</p> <p>Les effets de la photosynthèse et des processus benthiques sont négligeables.</p> <p>Le cours d'eau est représenté comme un système à une dimension.</p> <p>La température est constante le long du cours d'eau.</p>	$D = \frac{K_1 L_0}{K_2 - K_1} (e^{-K_1 t} - e^{-K_2 t}) + D_0 \times e^{-K_2 t}$ <p>Pour lequel :</p> <p>D = déficit en oxygène dissout (mg/L),  t = temps de déplacement dans le courant du point de rejet au point d'intérêt (jours),  k<sub>1</sub> = constante de vitesse de la décroissance de la DBO (jour<sup>-1</sup>),  k<sub>2</sub> = constante de vitesse de la ré-aération (jour<sup>-1</sup>),  L<sub>0</sub> = DBO initiale immédiatement en aval du rejet (mg/L),  D<sub>0</sub> = déficit en oxygène dissout immédiatement en amont du rejet (mg/L).</p> <p>La concentration en oxygène dissout est obtenue à partir de la formule du déficit en oxygène :</p> $D = C_s - C$ <p>Avec :</p> <p>C : concentration en oxygène dissout, moyenne par section de rivière.  C<sub>s</sub> : concentration en oxygène dissout à la saturation.</p>	<p>Concentrations de l'oxygène dissout en aval des rejets, à chaque instant (mg/l).</p>	<p>Ce modèle est nécessaire si les rejets sont éloignés les uns aux autres. Son application est un peu délicate, en raison des données de calage nécessaire K<sub>1</sub> et K<sub>2</sub>, qui doivent être calées à partir du profil des concentration en polluant le long du cours d'eau, ce qui implique beaucoup de mesure et investissement un peu coûteux.</p>
---	---	--	--	---	--	---	---

Tableau 3 : Les modèles de pollution. (Suite)

# **ANNEXE IV**

---

## ***Les méthodes d'analyse des paramètres de pollution***

**Fiche technique n° 1 :** Mesures de l'oxygène dissous O<sub>2</sub>.

**Mode d'évaluation :** Analyse au laboratoire

**Méthode d'analyse :** La méthode chimique de Winkler

### **Principe de la méthode :**

1- Fixation, par MnSO<sub>4</sub>, de l'oxygène dissous dans l'eau sous forme de Mn(OH)<sub>3</sub> et libération, par le réactif de Winkler (KI+KOH), d'iode en quantité proportionnelle à celle d'O<sub>2</sub> dissous.

2- Dosage de l'iode libérée, par le thiosulfate, en présence d'un indicateur coloré, l'amidon (la coloration bleue de l'amidon en présence d'iode disparaît au virage).

### **Mode Opérateur :**

Prélever l'eau à analyser en remplissant un flacon à bouchon rodé (volume v ml) et en veillant à ne pas laisser d'air dans le flacon.

Fixer O<sub>2</sub> en introduisant doucement dans le flacon (faire couler les réactifs en introduisant une pipette à mi-hauteur du flacon) 1 ml de solution de sulfate de manganèse puis 1 ml de réactif de Winkler. Reboucher aussitôt le flacon sans y laisser d'air et agiter : tout l'O<sub>2</sub> est fixé sous forme d'un précipité d'hydroxyde manganique.

### **Résultats :**

Concentration en dioxygène dissous =  $100 \times n / (v-2)$  mg/l

### **Comparaisons entre les méthodes disponibles aux laboratoires de mesure :**

#### **1. La méthode chimique (Winkler 1888, modification de 1965)**

Fournit une valeur absolue d'oxygène, elle est très précise et exacte et demeure la référence pour l'étalonnage des autres méthodes. Bien qu'elle ait été partiellement automatisée, elle comporte certains désavantages. Elle exige de rapporter à la surface des échantillons d'eau dans lesquels l'oxygène sera dosé et d'apporter un grand soin à la qualité des réactifs, aux méthodes de prélèvement et au titrage, ce qui n'est pas toujours possible. La minutie de l'opérateur peut aussi jouer beaucoup sur la qualité des résultats. Elle ne permet pas d'effectuer des mesures en continu.

#### **2. La méthode électrochimique (C. Clark, 1954)**

Elle est basée sur l'utilisation des sondes galvaniques ou polarographiques. La présence d'oxygène dans ces sondes induit un courant dans une solution d'électrolyte entre une anode et une cathode situées derrière une membrane perméable à l'oxygène. Ces sondes présentent de grands avantages tels que leur facilité d'utilisation et permettent des mesures en continu. Il s'agit d'une technologie bien prouvée ayant subi plusieurs perfectionnements. Ses principaux inconvénients ont été éliminés ou réduits, par exemple en utilisant des sondes pulsées, en réduisant la taille des senseurs, en forçant une circulation d'eau sur la membrane, etc. Cependant certains inconvénients ne sont jamais totalement éliminés. Ces sondes consomment de l'oxygène durant la lecture, la membrane et l'électrolyte se dégradent rapidement et plusieurs facteurs affectent la lecture (salinité, température, pression)

#### **3. Méthode des Optodes (Lubber & Optiz, 1975 ; Aanderaa, 2002)**

C'est la méthode la plus récente, elle implique l'utilisation de fluorosenseurs ou optodes. Cette technologie est basée sur un complexe fluorescent dont la fluorescence diminue en fonction de la quantité d'oxygène par la sonde, donc il n'est pas requis de renouveler l'eau ou d'agiter comme pour les sondes électrochimiques. L'effet de la pression est prévisible et il n'y a pas de membrane ou de solutions d'électrolyte pouvant se dégrader ou se salir. Ces sondes sont extrêmement stables et leur usage a commencé se généraliser.

**Fiche technique n° 2 :** Mesures de la demande biochimique en oxygène (DBO<sub>5</sub>)

**Mode d'évaluation :** Analyse au laboratoire

**Méthode d'évaluation :** Méthode électrométrique

**Principe de la méthode :**

Détermination de la quantité d'oxygène consommée par la matière oxydable à l'aide de bactérie pendant 5 jours d'incubation à une température de 20 °C. La concentration d'oxygène dissous est mesurée par électrométrie au début et à la fin d'incubation. La quantité d'oxygène consommée est proportionnelle à la concentration de matière oxydable.

**Mode opératoire :**

Après un prétraitement des échantillons pour ajuster le pH, on procède à une calibration de l'électrode à oxygène en plaçant celle-ci dans une bouteille contenant quelques millimètres d'eau distillée. Le volume d'échantillon à ajouter dans les bouteilles est évalué à partir du résultat de la demande chimique en oxygène (DCO). Après on doit procéder à l'homogénéisation de l'échantillon et effectuer les dilutions nécessaires avec l'addition de la solution semence bactérienne. Les résultats sont valides lorsque la concentration résiduelle d'oxygène est d'au moins 1 mg/l O<sub>2</sub> et lorsque au moins 1 mg/l O<sub>2</sub> a réagi durant la période d'incubation.

**Calcul et expression des résultats**

$$E = \frac{(D_1 - D_2) - (B_1 - B_2)}{V} \times 300$$

Où :

E : Demande biochimique en oxygène de l'échantillon (mg/l O<sub>2</sub>);

D1 : Concentration d'oxygène dissous initial de l'échantillon dilué (mg/l);

D2 : Concentration d'oxygène dissous final de l'échantillon dilué (mg/l);

V : Volume de l'échantillon utilisé (ml);

300 : Volume de la bouteille à DBO (ml);

B1 : Concentration d'oxygène dissous initial contenu dans le témoin du milieu bactérien;

B2 : Concentration d'oxygène dissous final contenu dans le témoin de milieu bactérien (mg/l).

**Fiche technique n°2.**

**Fiche technique n° 3 :** Mesures de la demande chimique en oxygène (DCO)

**Mode d'évaluation :** Analyse au laboratoire

**Méthode d'évaluation :** méthode de reflux en système fermé suivi d'un dosage par colorimétrie avec le bichromate de potassium

**Principe :** La matière oxydable contenue dans un échantillon est oxydée par chauffage à reflux en milieu fortement acide avec une quantité connue de bichromate de potassium dans une éprouvette fermée. La consommation d'oxygène par l'échantillon provoque un changement de couleur dont l'absorbance est proportionnelle à la quantité de bichromate de potassium réduit et se mesure en équivalent d'oxygène.

**Mode opératoire :**

La préparation de l'échantillon doit passer par une homogénéisation et l'ajout de la solution de digestion, il faut utiliser d'abord la solution de digestion pour la méthode à haut niveau. Si la concentration obtenue pour un échantillon est inférieure à 80 mg/l O<sub>2</sub>, refaire la digestion en utilisant la méthode à bas niveau. Aucun soin autre que le lavage et le séchage de la verrerie n'est nécessaire pour la détermination de la DCO.

**Expression des résultats :**

Les résultats d'analyse sont obtenus à l'aide d'un système informatisé de traitement de données qui convertit les mesures de transmittance en absorbance. Une courbe d'étalonnage est tracée à partir des mesures d'absorbance et de la concentration des solutions étalons.

La concentration de la demande chimique en oxygène est exprimée en mg/l O<sub>2</sub> selon l'équation suivante :

$$C = A \times F$$

Où

C : Concentration de la demande chimique en oxygène dans l'échantillon (mg/l O<sub>2</sub>);

A : Concentration de la demande chimique en oxygène dans la solution dosée (mg/l O<sub>2</sub>)

F : Facteur de dilution, si nécessaire.

**Fiche technique n°3.**

**Fiche technique n° 4 : Mesure des nitrates (NO<sub>3</sub>) et nitrites (NO<sub>2</sub>)****Mode d'évaluation :** Analyse au laboratoire**Méthode d'analyse :** méthode clorométrique.**Principe :**

Les échantillons solides sont extraits à l'aide d'une solution de chlorure de potassium afin de dissoudre les nitrates et les nitrites. Par la suite, le filtrat est traité comme un échantillon liquide. En ce qui concerne les échantillons liquides, les nitrates sont d'abord réduits en nitrites par l'intermédiaire du sulfate d'hydrazine en milieu alcalin en présence de sulfate de cuivre comme catalyseur. Les nitrites ainsi produits réagissent avec le sulfanilamide pour former un composé diazoïque en milieu acide, qui réagit avec le dihydrochlorure de N-1-naphthyléthylènediamine pour former un composé rose-violet dont l'absorbance à 520 nm est proportionnelle à la concentration des nitrites.

**Mode opératoire :**

On doit procéder dans premier temps à une vérification de l'efficacité de la solution de sulfate d'hydrazine avec un dosage d'une solution de nitrates de concentration connue. La préparation de l'échantillon doit passer par la vérification de la turbidité des liquides et sa coloration, l'homogénéisation des parties solides de l'échantillon. En ce qui concerne le dosage des nitrates et des nitrites est fait en utilisant le système de dosage par réduction des nitrates en nitrites et le dosage de ceux-ci avec la sulfanilamide et le dihydrochlorure de N-1-naphthyléthylènediamine à 520 nm.

**Calcul et expression des résultats :**

Pour les liquides :

La concentration des nitrates et des nitrites est obtenue par un système automatisé et exprimée en mg/l N dans l'échantillon selon l'équation suivante :

$$C = A \times F$$

Où

C : concentration des nitrates + nitrites dans l'échantillon (mg/l N);

A : concentration des nitrates + nitrites dosée (mg/l N);

F : facteur de dilution si nécessaire.

Pour les solides :

Les résultats des nitrates + nitrites sont exprimés en mg/kg N dans l'échantillon selon l'équation suivante :

$$C = \frac{A \times V \times 100 \times F}{P \times (100 - H)}$$

Où

C : concentration des nitrates + nitrites dans l'échantillon (mg/kg N);

A : concentration des nitrates + nitrites dosés (mg/l N);

V : volume final de la solution utilisée pour l'extraction (ml);

H : pourcentage d'humidité;

P : poids d'échantillon utilisé (g);

F : facteur de dilution si nécessaire.

**Fiche technique n°4.**

# ANNEXE V

## Les données d'entrée dans l'outil DURSAU

### 1. Caractéristiques des eaux du milieu récepteur.

Nom du champ	Unité	Désignation	Type de données
<b>Paramètres physico-chimiques</b>			
O <sub>2</sub>	mg/l	Oxygène dissous	Numérique
O <sub>2</sub> %	%	Taux de saturation en O <sub>2</sub>	Numérique
DBO <sub>5</sub>	mg/l	Demande biologique en oxygène	Numérique
DCO	mg/l	Demande chimique en oxygène	Numérique
NO <sub>3</sub>	mg/l	Nitrates	Numérique
NO <sub>2</sub>	mg/l	Nitrites	Numérique
NKJ	mg/l	Azote Kjeldhal	Numérique
NH <sub>4</sub>	mg/l	Ammoniaque	Numérique
PO <sub>4</sub>	mg/l	Phosphates	Numérique
Pt	mg/l	Phosphore total	Numérique
MES	mg/l	Matières en suspensions	Numérique
T°	°C	Température	Numérique
pH	-	pH	Numérique
C <sub>6</sub> H <sub>5</sub> OH	mg/l	Indice de phénol	Numérique
Les pesticides	mg/l	Les pesticides	Numérique
CE	µs/cm	La conductivité électrique	Numérique
Chlorophylle	mg/m <sup>3</sup>	Chlorophylle	Numérique
Huiles minérales	mg/l	Huiles minérales	Numérique
Mousse	mg/l	Mousse	Numérique
<b>Paramètres microbiologiques</b>			
Streptocoques fécaux	U / 100 ml	Streptocoques fécaux	Numérique
Coliformes fécaux	U / 100 ml	Coliformes fécaux	Numérique
Coliformes totaux	U / 100 ml	Coliformes totaux	Numérique
Coliformes thermotolérants	U / 100 ml	Coliformes thermotolérants	Numérique
Salmonelles	U / 1L	Salmonelles	Numérique
Entérovirus	U / 10L	Entérovirus	Numérique
Vibrien colérique	U/450 ml	Vibrien colérique	Numérique
<b>Paramètres de salinité</b>			
Les résidus secs	mg/l	Les résidus secs	Numérique
Na	mg/l	Sodium	Numérique
Cl	mg/l	Chlorure	Numérique
SO <sub>4</sub>	mg/l	Sulfates	Numérique
Ca	mg/l	Calcium	Numérique
Mg	mg/l	Magnésium	Numérique
<b>Les métaux lourds</b>			
Al	µg/l	Aluminium	Numérique
Ar	µg/l	Arsenic	Numérique
Zn	µg/l	Zinc	Numérique
Cu	µg/l	Cuivre	Numérique
Sé	µg/l	Sélénium	Numérique
Pb	µg/l	Plomb	Numérique
Cr	µg/l	Chrome	Numérique
Ni	µg/l	Nickel	Numérique
Hg	µg/l	Mercure	Numérique
Cd	µg/l	Cadmium	Numérique
Q <sub>aval</sub>	m <sup>3</sup> /s	Débit d'étiage en amont de la STEP	Numérique

## 2. Caractéristiques portant sur la STEP.

### 2.1. Qualité d'effluent entrant (brute).

Nom du champ	Désignation	Type de données	Unités
MES	Matières en suspensions	Numérique	mg/l
DBO5	Demande biologique en oxygène	Numérique	mg/l
DCO	Demande chimique en oxygène	Numérique	mg/l
pH	pH	Numérique	-
T°	Température	Numérique	°C
CE	Conductivité électrique	Numérique	μS/cm
Nt	Azote total	Numérique	mg/l
NH4	Ammoniaque	Numérique	mg/l
NO2	Nitrite	Numérique	mg/l
NO3	Nitrate	Numérique	mg/l
Pt	Phosphore total	Numérique	mg/l
PO4	Phosphates	Numérique	mg/l

### 2.2. Qualité d'effluent sortant (épuré).

Nom du champ	Désignation	Type de données	Unités
MES	Matières en suspensions	Numérique	mg/l
DBO5	Demande biologique en oxygène	Numérique	mg/l
DCO	Demande chimique en oxygène	Numérique	mg/l
pH	pH	Numérique	-
Température	Température	Numérique	°C
Conductivité	Conductivité électrique	Numérique	μS/cm
Nt	Azote total	Numérique	mg/l
NH4	Ammoniaque	Numérique	mg/l
NO2	Nitrite	Numérique	mg/l
NO3	Nitrate	Numérique	mg/l
Pt	Phosphore total	Numérique	mg/l
PO4	Phosphates	Numérique	mg/l

### 2.3. Charges massiques d'effluent brut (entrant à la STEP).

Nom du champ	Désignation	Type de données	Unités
MES	Matières en suspension	Numérique	Kg/j
DBO5	Demande biologique en oxygène	Numérique	Kg/j
DCO	Demande chimique en oxygène	Numérique	Kg/j
Nt	Azote total	Numérique	Kg/j
NTK	Azote Kjeldhal total	Numérique	Kg/j
Pt	Phosphore total	Numérique	Kg/j

### 2.4. Charges déversées hors normes.

Paramètres	Désignation	Type de données	Unités
DBO5	Demande biologique en oxygène	Numérique	Kg/an/hab
DCO	Demande chimique en oxygène	Numérique	Kg/an/hab
Nt	Azote total	Numérique	Kg/an/hab
Pt	Phosphore total	Numérique	Kg/an/hab
MES	Matières en suspension	Numérique	Kg/an/hab
T°	Température	Numérique	Kg/an/hab
pH	pH	Numérique	Kg/an/hab
PO4	Phosphate	Numérique	Kg/an/hab



## 2.5. Débits des effluents.

Paramètres	Désignation	Type de données	Unités
<b>Q<sub>e</sub></b>	Débit journalier entrant à la STEP	Numérique	m <sup>3</sup> /j
<b>Q<sub>s</sub></b>	Débit journalier sortant de la STEP	Numérique	m <sup>3</sup> /j
<b>Q<sub>annuel</sub></b>	Débit annuel entrant à la STEP	Numérique	m <sup>3</sup> /an

## 2.6. Débits de dimensionnement de la STEP.

Paramètres	Désignation	Type de données	Unité
<b>E<sub>qh</sub></b>	Nombre d'équivalent habitant	Numérique	eqh
<b>Q<sub>D</sub></b>	Débit de dimensionnement	Numérique	m <sup>3</sup> /j
<b>Q<sub>max</sub></b>	Débit maximal horaire (Q <sub>max</sub> )	Numérique	m <sup>3</sup> /h
<b>Q<sub>sec</sub></b>	Débit de point à temps sec	Numérique	m <sup>3</sup> /h
<b>Q<sub>pluie</sub></b>	Débit de point à temps de pluies	Numérique	m <sup>3</sup> /h

## 2.7. Charges massiques de dimensionnement de la STEP.

Paramètres	Désignation	Type de données	Unité
<b>DBO<sub>5</sub></b>	Demande biologique en oxygène	Numérique	Kg/j
<b>DCO</b>	Demande chimique en oxygène	Numérique	Kg/j
<b>MES</b>	Matières en suspensions	Numérique	Kg/j
<b>NTK</b>	Azote Kjeldahl total	Numérique	Kg/j

## 2.8. Caractéristiques physicochimiques de la boue.

Paramètres	Désignation	Type de données	Unités
<b>N<sub>t</sub></b>	Azote	Numérique	mg/Kg
<b>P<sub>t</sub></b>	Phosphore	Numérique	mg/Kg
<b>K</b>	Potassium	Numérique	mg/Kg
<b>Ca</b>	Calcium	Numérique	g/Kg
<b>DBO<sub>5</sub></b>	Demande biologique en oxygène	Numérique	mg/Kg
<b>DCO</b>	Demande chimique en oxygène	Numérique	mg/Kg
<b>Fe</b>	Fer	Numérique	g/Kg
<b>Zn</b>	Zinc	Numérique	mg/Kg
<b>Cu</b>	Cuivre	Numérique	mg/Kg
<b>Mn</b>	Manganèse	Numérique	mg/Kg
<b>Cd</b>	Cadmium	Numérique	mg/Kg
<b>Hg</b>	Mercuré	Numérique	µg/Kg
<b>Cr</b>	Chrome	Numérique	mg/Kg
<b>Pb</b>	Plomb	Numérique	mg/Kg
<b>M<sub>Boues</sub></b>	Quantité de boues destinées à la décharge publique	Numérique	Kg/an

### 3. Caractéristiques du réseau d'assainissement.

#### 3.1. Caractéristiques générales du réseau.

Paramètres	Désignation	Type de données	Unités
<b>E<sub>qh</sub></b>	Nombre d'équivalent habitant	Numérique	eqh
<b>N<sub>hab</sub></b>	Taille de la population	Numérique	hab
<b>Tr</b>	Taux de rejets par habitant	Numérique	l/j/hab
<b>Q<sub>step</sub></b>	Volume d'eau usée collecté par le réseau (mesuré)	Numérique	m <sup>3</sup> /an
<b>Q<sub>thé</sub></b>	Volume d'eaux usées collecté par le réseau (théorique)	Numérique	m <sup>3</sup> /an
<b>Cr</b>	Coefficient de rejets	Numérique	-
<b>D</b>	Dotation journalière en eau potable	Numérique	l/j/hab
<b>L<sub>rés</sub></b>	Longueur (linéaire) totale du réseau	Numérique	Km

#### 3.2. Les ratios de production de la pollution dans le réseau.

Paramètre	Désignation	Types de données	Unité
<b>DBO5</b>	Demande biologique en oxygène	Numérique	g/j/hab
<b>DCO</b>	Demande chimique en oxygène	Numérique	g/j/hab
<b>MES</b>	Matières en suspensions	Numérique	g/j/hab
<b>NTK</b>	Azote Kjeldahl total	Numérique	g/j/hab
<b>Pt</b>	Phosphore total	Numérique	g/j/hab

#### 3.3. Caractéristiques portant sur le service rendu aux abonnés.

Paramètre	Désignation	Types de données	Unités
<b>N<sub>racc</sub></b>	Nombres d'abonnés raccordés	Numérique	Nbr
<b>N<sub>rabl</sub></b>	Nombre d'abonnés raccordables	Numérique	Nbr
<b>N<sub>bran</sub></b>	Nombre de branchement anarchique	Numérique	Nbr
<b>N<sub>pl</sub></b>	Nombre de plaintes déposées par an	Numérique	Nbr
<b>N<sub>pl_tr</sub></b>	Nombre de plaintes traitées par an	Numérique	Nbr
<b>N<sub>pl_tr_d</sub></b>	Nombre de plaintes traitées dans les délais par an	Numérique	Nbr
<b>D<sub>moy</sub></b>	Délai moyen de réponse à une plainte	Numérique	Jours

### 4. Caractéristiques portant sur les l'état du milieu urbain.

Nom du champ	Désignation	Types de données	Unité
<b>N_Fuites</b>	Nombre de fuites par an	Numérique	Nbr /Km/an
<b>N_Regard_Abs</b>	Nombre de regards absents	Numérique	Nbr /Km/an
<b>N_Regard_Malfaçon</b>	Nombre de regards mal façonnés	Numérique	Nbr /Km/an
<b>N_Regard_Total</b>	Nombre de regard total	Numérique	Nbr /Km/an
<b>N_Avaloir_Abs</b>	Nombre d'avaloirs absents	Numérique	Nbr /Km/an
<b>N_Avaloir_Malfaçon</b>	Nombre d'avaloirs mal façonnés	Numérique	Nbr /Km/an
<b>N_Avaloir_Total</b>	Nombre d'avaloir total	Numérique	Nbr /Km/an
<b>L_Tranch_Nonrevetue</b>	Longueur des tranchées non revêtues	Numérique	Km
<b>L_Tranch_Total</b>	Longueur totale des tranchées	Numérique	Km
<b>L_Tranch_Malrevetue</b>	Longueur de tranchée mal revêtue	Numérique	Km

## Calcul des coefficients de pondération

### 1. Milieu récepteur.

#### 2.1. Poids des indicateurs.

Pour le calcul des coefficients de pondération nous avons adopté une méthode basée sur la distinction des indicateurs globaux qui sont des groupes de pollution (matière organique, matière phosphorée, les sel dissous,...), donc ils ont les mêmes unité de mesure, et la même plage de variation de chaque indicateur (différence entre la valeur seuil maximale et la valeur seuil minimale). Dans ce qui suit nous allons décrire cette méthode.

#### Etape 1 : Calcul de la plage de variation de l'indicateur.

La plage de variation de l'indicateur est la différence entre la valeur de l'indicateur correspondant à une performance 19 et la valeur de l'indicateur correspondant à une performance égale à 80 (voir tableau ci dessus). Cette plage de variation est déjà définie par la nouvelle grille de qualité des eaux superficielles.

Indice de performance		100 – 80	79 - 60	59 - 40	39 - 20	19 - 0
Classe de performance		Très bonne	Bonne	Acceptable	Médiocre	Mauvaise
Matière oxydable	O <sub>2</sub> (mg/l)	O <sub>2</sub> ≥ 8	6 ≤ O <sub>2</sub> < 8	4 ≤ O <sub>2</sub> < 6	3 ≤ O <sub>2</sub> < 4	O <sub>2</sub> < 3
	Taux sat. O <sub>2</sub> (%)	O <sub>2</sub> ≥ 90	70 ≤ O <sub>2</sub> < 90	50 ≤ O <sub>2</sub> < 70	30 ≤ O <sub>2</sub> < 50	O <sub>2</sub> < 30

Tableau 1. Grille de qualité (SQE-Eau)

$$K = |S_{\max} - S_{\min}|$$

Avec :

K : plage de variation

S<sub>max</sub> : valeur de seuil de l'indicateur qui correspond à la performance maximale (80)

S<sub>min</sub> : valeur de seuil de l'indicateur qui correspond à la performance minimale (19)

#### Etape 2 : Calcul de la valeur relative.

La valeur relative est le rapport entre la valeur de l'indicateur (ex. concentration mesurée) et sa plage de variation. La valeur relative permet de déduire un ratio sans unité et déterminer un coefficient de pondération plus représentatif.

$$I_r = \frac{I_i}{K}$$

Avec :

I<sub>r</sub> : la valeur relative

I<sub>i</sub> : la valeur de l'indicateur (ex. concentration mesurée)

K : la plage de variation de l'indicateur I.

### Etape 3 : Calcul des coefficients de pondération.

Le coefficient de pondération est le quotient de la valeur relative de l'indicateur considéré sur la somme des valeurs relatives appartenant aux mêmes groupes d'indicateur.

$$w_i = \frac{I_{r_i}}{\sum_{j=1,n} I_{r_j}}$$

Avec :

$w_i$  : coefficient de pondération de l'indicateur  $I_i$

$I_{r_i}$  : valeur relative (liée à l'indicateur  $I_i$ )

$\sum_{j=1,n} I_{r_j}$  : la somme des valeurs relative appartenant au même groupe.

$n$  : le nombre d'indicateur dans un groupe (ex. matière oxydable  $n=2$ )

### 2.2. Poids des critères.

La performance du critère qualité globale n'est pas intégrée dans le calcul de la performance globale du sous objectif. Nous avons suggéré des poids égaux d'une façon que la somme soit égale à 1.

Critère	Qualité pour l'AEP	Qualité pour l'irrigation	Qualité piscicole	Etat d'eutrophisation	Qualité pour la baignade
Poids des critères	W=0.25	W=0.25	W=0.25	W=0.25	W=0.25

Tableau 2 : Poids des critères.

## 2. milieu urbain.

### 2.1. Poids des indicateurs.

#### Etat de collecte.

Ce critère est composé de deux indicateur : taux de collecte et le taux de fuites. Nous avons proposé les même poids :  $w_1 = w_2 = 0,5$ .

#### Etat des regards.

Ce sous critère est composé de deux indicateurs : taux de regards absents et taux de regards mal façonnés.

$$P_{reg} = \frac{w_{reg}^{abs} \times P_{reg}^{abs} + w_{reg}^{malfa\grave{c}} \times P_{reg}^{malfa\grave{c}}}{w_{reg}^{abs} + w_{reg}^{malfa\grave{c}}}$$

Avec :

$P_{reg}$  : Performance de sous critère  $C_{reg}$  « état des regards » ;

$w_{reg}^{abs}$  : Poids de performance de l'indicateur  $I_{reg}^{abs}$  « taux de regards absents » ;

$P_{reg}^{abs}$  : Performance de l'indicateur  $I_{reg}^{abs}$  « taux de regards absents » ;

$w_{reg}^{malfa\grave{c}}$  : Poids de performance de l'indicateur  $I_{reg}^{malfa\grave{c}}$  « taux de regards mal façonnés » ;

$P_{reg}^{malfa\grave{c}}$  : Performance de l'indicateur  $I_{reg}^{malfa\grave{c}}$  « taux de regards mal façonnés ».

Les poids de ces performances sont déterminés de la façon suivante :

$$w_{reg}^{abs} = \frac{N_{reg}^{abs}}{N_{reg}^{abs} + N_{reg}^{malfaç}} \quad , \quad w_{reg}^{malfaç} = \frac{N_{reg}^{malfaç}}{N_{reg}^{abs} + N_{reg}^{malfaç}}$$

Avec :

$N_{reg}^{abs}$  : Nombre de regards absents ;

$N_{reg}^{malfaç}$  : Nombre de regards mal façonnés.

### Etat des avaloirs.

Ce sous critère est composé de deux indicateurs : taux des avaloirs absents et taux des avaloirs mal façonnés.

$$P_{aval} = \frac{w_{aval}^{abs} \times P_{aval}^{abs} + w_{aval}^{malfaç} \times P_{aval}^{malfaç}}{w_{aval}^{abs} + w_{aval}^{malfaç}}$$

Avec :

$P_{aval}$  : Performance de sous critère  $C_{aval}$  « état des avaloirs » ;

$w_{aval}^{abs}$  : Poids de performance de l'indicateur  $I_{aval}^{abs}$  « taux d'avaloirs absents » ;

$P_{aval}^{abs}$  : Performance de l'indicateur  $I_{aval}^{abs}$  « taux d'avaloirs absents » ;

$w_{aval}^{malfaç}$  : Poids de performance de l'indicateur  $I_{aval}^{malfaç}$  « taux d'avaloirs mal façonnés » ;

$P_{aval}^{malfaç}$  : Performance de l'indicateur  $I_{aval}^{malfaç}$  « taux d'avaloirs mal façonnés ».

Les poids de ces performances sont déterminés de la façon suivante :

$$w_{aval}^{abs} = \frac{N_{aval}^{abs}}{N_{aval}^{abs} + N_{aval}^{malfaç}}$$

$$w_{aval}^{malfaç} = \frac{N_{reg}^{malfaç}}{N_{aval}^{abs} + N_{aval}^{malfaç}}$$

Avec :

$N_{aval}^{abs}$  : Nombre d'avaloirs absents ;

$N_{aval}^{malfaç}$  : Nombre d'avaloirs mal façonnés.

### Etat des tranchées.

Ce sous critère est composé de deux indicateurs : taux des tranchées non revêtues et taux de tranchées mal revêtues.

$$P_{tran} = \frac{w_{tran}^{non-revêt} \times P_{tran}^{non-revêt} + w_{tran}^{mal-revêt} \times P_{tran}^{mal-revêt}}{w_{tran}^{non-revêt} + w_{tran}^{mal-revêt}}$$

Avec :

$P_{tran}$  : Performance de sous critère  $C_{tran}$  « état des tranchées »

$w_{tran}^{non-revét}$  : Poids de performance de l'indicateur  $I_{tran}^{non-revét}$  « taux de tranchées non revêtues »

$P_{tran}^{non-revét}$  : Performance de l'indicateur  $I_{tran}^{non-revét}$  « taux de tranchées non revêtues »

$w_{tran}^{mal-revét}$  : Poids de performance de l'indicateur  $I_{tran}^{mal-revét}$  « taux de tranchées mal revêtues »

$P_{tran}^{mal-revét}$  : Performance de l'indicateur  $I_{tran}^{mal-revét}$  « taux de tranchées mal revêtues »

Les poids de ces performances sont déterminés de la façon suivante :

$$w_{tran}^{non-revet} = \frac{\sum L_{tranc}^{non-revét}}{\sum L_{tranc}^{non-revét} + \sum L_{tranc}^{mal-revét}}$$

$$w_{tran}^{mal-revet} = \frac{\sum L_{tranc}^{mal-revét}}{\sum L_{tranc}^{non-revét} + \sum L_{tranc}^{mal-revét}}$$

Avec :

$L_{tranc}^{mal-revét}$  : Longueur de la tranchée mal revêtue (km) ;

$L_{tranc}^{non-revét}$  : Longueur de la tranchée non revêtue (km) ;

### Etat des perturbations des activités des usagers.

Ce critère est composé d'un seul indicateur. L'agrégation n'est pas nécessaire et la performance du critère est égale à la performance de l'indicateur.

### 2.2. Poids des critères.

Nous avons proposé des poids égaux pour tous les critères.

Sous critère	Etat des regards	Etat des avaloirs	Etat des tranchées
Poids des critères	W=0,33	W=0,33	W=0,33

Tableau 3 : Poids des critères.

### 3. Fonctionnement de la STEP.

#### Charge polluante admise à la STEP.

$$P_{charge\_polluante} = \frac{w_{DBO5} \times P_{DBO5}^{charge} + w_{DCO} \times P_{DCO}^{charge} + w_{MES} \times P_{MES}^{charge} + w_{NTK} \times P_{NTK}^{charge}}{w_{DBO5} + w_{DCO} + w_{MES} + w_{NTK}}$$

Avec :

$P_{charge\_polluante}$  : Performance du critère « Charge polluante admise à la STEP » ;

$w_{DBO5}, w_{DCO}, w_{MES}, w_{NTK}$  : Poids de performance des indicateurs ;

$P_{DBO5}^{charge}, P_{DCO}^{charge}, P_{MES}^{charge}, P_{NTK}^{charge}$  : Performances des indicateurs.

Les poids de ces performances sont déterminés de la façon suivante :

$$w_{DBO5} = \frac{I_{DBO5}}{I_{DBO5} + I_{DCO} + I_{MES} + I_{NTK}}, \quad w_{DCO} = \frac{I_{DCO}}{I_{DBO5} + I_{DCO} + I_{MES} + I_{NTK}},$$

$$w_{MES} = \frac{I_{MES}}{I_{DBO5} + I_{DCO} + I_{MES} + I_{NTK}}, \quad w_{NTK} = \frac{I_{NTK}}{I_{DBO5} + I_{DCO} + I_{MES} + I_{NTK}}$$

Avec :

$I_{DBO5}, I_{DCO}, I_{MES}, I_{NTK}$  : Taux de charge admise à la STEP.

#### Rendement épuratoire.

$$P_{Rendement} = \frac{w_{DBO5} \times P_{DBO5}^{Rend} + w_{DCO} \times P_{DCO}^{Rend} + w_{MES} \times P_{MES}^{Rend} + w_{Nt} \times P_{Nt}^{Rend} + w_{Pt} \times P_{Pt}^{Rend}}{w_{DBO5} + w_{DCO} + w_{MES} + w_{NTK}}$$

Avec :

$P_{Rendement}$  : Performance du critère « Rendement épuratoire de la STEP » ;

$w_{DBO5}, w_{DCO}, w_{MES}, w_{Nt}, w_{Pt}$  : Poids de performance des indicateurs  $R_{DBO5}, R_{DCO}, R_{MES}, R_{Nt}, R_{Pt}$ .

$P_{DBO5}^{Rend}, P_{DCO}^{Rend}, P_{MES}^{Rend}, P_{Nt}^{Rend}, P_{Pt}^{Rend}$  : Performances des indicateurs.

Les poids de ces performances sont déterminés de la façon suivante :

$$w_{DBO5} = \frac{R_{DBO5}}{R_{DBO5} + R_{DCO} + R_{MES} + R_{Nt} + R_{Pt}}, \quad w_{DCO} = \frac{R_{DCO}}{R_{DBO5} + R_{DCO} + R_{MES} + R_{Nt} + R_{Pt}},$$

$$w_{MES} = \frac{R_{MES}}{R_{DBO5} + R_{DCO} + R_{MES} + R_{Nt} + R_{Pt}}, \quad w_{Nt} = \frac{R_{Nt}}{R_{DBO5} + R_{DCO} + R_{MES} + R_{Nt} + R_{Pt}},$$

$$w_{DBO5} = \frac{R_{Pt}}{R_{DBO5} + R_{DCO} + R_{MES} + R_{Nt} + R_{Pt}}$$

Avec :

$R_{DBO5}, R_{DCO}, R_{MES}, R_{Nt}, R_{Pt}$  : Les rendements épuratoire de la STEP.

### Nombre de jours de dysfonctionnement de la STEP.

Pour ce critère, nous ne pouvons pas appliquer les méthodes précédentes pour calculer les poids, parce la valeur de l'indicateur est jugé bonne si elle est égale à zéro. Nous suggérons alors les même poids pour tous les indicateurs  $W1 = W2 = \dots = W8 = 0,125$

### Respect de l'objectif de qualité.

Ce critère est normatif, si une valeur des indicateurs ne respecte pas l'objectif de qualité alors la performance du critère est égal à 0, sinon si elle est égale à 1. Donc il n'est pas nécessaire d'agrèger les performances et définir les poids des indicateurs.

### Qualité des boues pour l'usage agricole.

Nous adoptons la même méthode déjà expliquée dans le sous objectif « qualité des eaux du milieu récepteur » pour évaluer les performance de la qualité des eaux pour les usages.

### La quantité des boues destinées à la décharge publique.

Ce critère contient un seul indicateur, donc la performance du critère est égale à la performance de l'indicateur (pas d'agrégation).

## 2.2. Poids des critères.

Nous proposons les même poids pour tous les critères.

Critère	Charge admise à la STEP	Rendement épuratoire	Nombre de jours de dysfonctionnement de la STEP	Respect de l'objectif de qualité	Qualité des boues pour l'usage agricole	Quantité des boues destinées à la décharge publique
Poids du critère	0,166	0,166	0,166	0,166	0,166	0,166

Tableau 5 : Poids des critères.



## 4. Fonctionnement du réseau.

### 4.1. Poids des indicateurs.

#### Quantité des rejets directs.

Ce critère contient qu'un seul indicateur « taux de rejets directs ». Alors la performance du critère est égale à la performance de l'indicateur. (Pas d'agrégation et donc pas de poids à définir).

#### Risque d'inondation.

Les indicateurs de ce critère sont exprimés par des unités différentes. Nous avons suggéré les même poids pour les trois indicateurs.

Indicateurs	Taux de surfaces inondées	Volume inondé	Taux des débordements
Poids de l'indicateur	W=0,33	W=0,33	W=0,33

Tableau 6 : Poids des indicateurs.

#### Etat des raccordements.

Nous avons suggéré les même poids pour les deux indicateurs.

Indicateurs	Taux de raccordement	Taux des branchements anarchique
Poids de l'indicateur	W=0,5	W=0,5

Tableau 7 : Poids des indicateurs.

#### Qualité relationnelle avec les usagers.

Nous avons suggéré les même poids.

Indicateurs	Taux de plaintes déposées	Taux de plainte traité dans les délais	Taux d'efficacité du service de traitement des plaintes
Poids de l'indicateur	W=0,33	W=0,33	W=0,33

Tableau 8 : Poids des indicateurs.

### 4.2. Poids des critères.

Nous avons suggérés les même poids pour tous les critères.

Critère	Quantité des rejets directs	Risque d'inondation	Etat des raccordements	Qualité relationnelle avec les usagers
Poids de l'indicateur	W=0,25	W=0,25	W=0,25	W=0,25

Tableau 9 : poids des critères.

## ANNEXE VII

### *Les ratios de production de pollution*

Industries	Ratios de production de la pollution						
	Consommation d'eau	Débit horaire	DCO	DBO <sub>5</sub>	MES	N	P
Laiteries	2 m <sup>3</sup> d'eau / m <sup>3</sup> de lait	Vol. journ / 4	5 kg/m <sup>3</sup> de lait	2,5 kg/m <sup>3</sup> de lait	0,6 kg/m <sup>3</sup> de lait	0,2 kg/m <sup>3</sup> de lait	0,1 kg/m <sup>3</sup> de lait
Abattoire (bovins....)	5 m <sup>3</sup> /T	Vol. journ / 4	24 kg/T	10 kg/T	7 kg/T	1,5 kg/T	0,2 kg/T
Abattoire (volailles)	7 m <sup>3</sup> /T	Vol. journ / 4	16 kg/T	8 kg/T	5 kg/T	1,2 kg/T	0,1 kg/T
Conserveries (Légumes)	10 m <sup>3</sup> /T	Vol. journ / 4	26 kg/T	13 kg/T	10 kg/T	1 kg/T	0,2 kg/T
Conserverie (Animal)	7 m <sup>3</sup> /T	Vol. journ / 4	23 kg/T	12 kg/T	5 kg/T	1,7 kg/T	0,5 kg/T
Traitement de surface	40 l/m <sup>2</sup> pièces produites	Vol. journ / 8	-	-	-	-	-
Vinification	1 m <sup>3</sup> d'eau / m <sup>3</sup> de vin	-	10 kg/m <sup>3</sup> de vin	5 kg/m <sup>3</sup> de vin	1 kg/m <sup>3</sup> de vin	-	-
Blanchisserie	-	-	940 mg/l	325 mg/l	173 mg/l	17 mg/l	37 mg/l

**Tableau 1 : Les ratios de production de pollution des unités industrielles (Office international de l'eau).**

Type d'établissement	Quantités d'eaux usées rejetées
Hôpital	300 à 600 l/lit/hab
Hospice – caserne	200 à 300 l/lit/j
Aéroport	50 l/emploi/j
Hôtel	240 à 300 l/chambre/j
Restaurant	20 l/place/j
Bar	5 l/client/j
Camping	500 à 1000 l/place/j
Ecoles	30 à 60 l/élève/j
Internat	180 à 200 l/élève/j
Théâtre - cinéma	10 l/place/j
Magasin	1 000 l/WC/j
Piscine	20 l/baigneur/j
Bureaux	50 l/emploi/j

**Tableau 2 : Quantités unitaires rejetées par type d'établissement (Bourrier, 1997).**

Hotel : 1lit = 1 eqh.  
 Caserne – hospice : 1 lit = 1 eqh.  
 Restaurant : 3 places = 1 eqh.  
 École : 4 élève = 1 eqh.  
 Collège avec internes : 2élèves = 1 eqh.  
 Camping : 2 lits = 1 eqh.  
 Bureau, magasin : 3 employés = 1 eqh  
 Hopital : 0,5 lit = 1 eqh

Type d'activité	Quantités d'eaux usées rejetées
Industrie grosse consommatrice	100 à 500 m <sup>3</sup> /j/ha
Mécanique – verrerie	1 m <sup>3</sup> /t de produit
Industrie moyenne	40 m <sup>3</sup> /j/ha
Atelier – artisanat	20 m <sup>3</sup> /j/ha
Entrepot	10 m <sup>3</sup> /j/ha
Blanchisserie	12 à 30 l/kg de linge
Sucrierie	50 l/ kg de sucre
Usine de boisson	1 à 2 l/l de boisson
Laiterie	4 à 20 m <sup>3</sup> /m <sup>3</sup> de lait
Fromagerie	5 l/l de lait
Conserverie (légume,...)	10 à 50 l/kg traité
Elevage (mouton, tannerie)	1 l/tête/j
Abattoir	0,5 à 2 m <sup>3</sup> /tête bétail

**Tableau 3 : Quantités unitaires rejetées par type d'activité industrielle (Bourrier, 1997).**

## ANNEXE VIII

# Les méthodes d'évaluation de la qualité des eaux pour les différents usages.

### 1. Méthodes d'évaluation du critère C<sub>3</sub> « Qualité des eaux pour l'irrigation ».

#### ▪ Méthode de l'indice de salinité (CE).

L'indice de salinité est évalué à la base de la conductivité électrique (CE), qui est une mesure facile à obtenir à l'aide d'appareils peu dispendieux (plus il y a de sels dans l'eau plus la conductivité est grande). Donc la mesure de la conductivité indique le degré de salinité :

Indice de salinité (CE)	Classe de qualité pour l'irrigation	Indice de performance	Recommandations pour la prise de décision
au dessous de 250 µS/cm	Bonne	75 – 100	adéquate pour la croissance de la plupart des cultures
250 µS/cm à 750 µS/cm	Acceptable	50 – 74	peut être utilisée pour irriguer les sols présentant un bon drainage et pour les cultures peu sensibles à des conditions de salinité
750 µS/cm à 2250 µS/cm	Médiocre	25 – 49	ne devrait pas être utilisée dans les sols où le drainage est faible
au dessus de 2250 µS/cm	Mauvaise	0 – 24	Cette classe comprend les eaux qui ne sont pas propres à l'irrigation.

Tableau 1 : Classes de performance des eaux destinées à l'irrigation (USDA. Canada).

le diagramme de performance de l'indicateur est établi de la même façon que les diagrammes de performance des indicateur liés aux usages de l'eau.

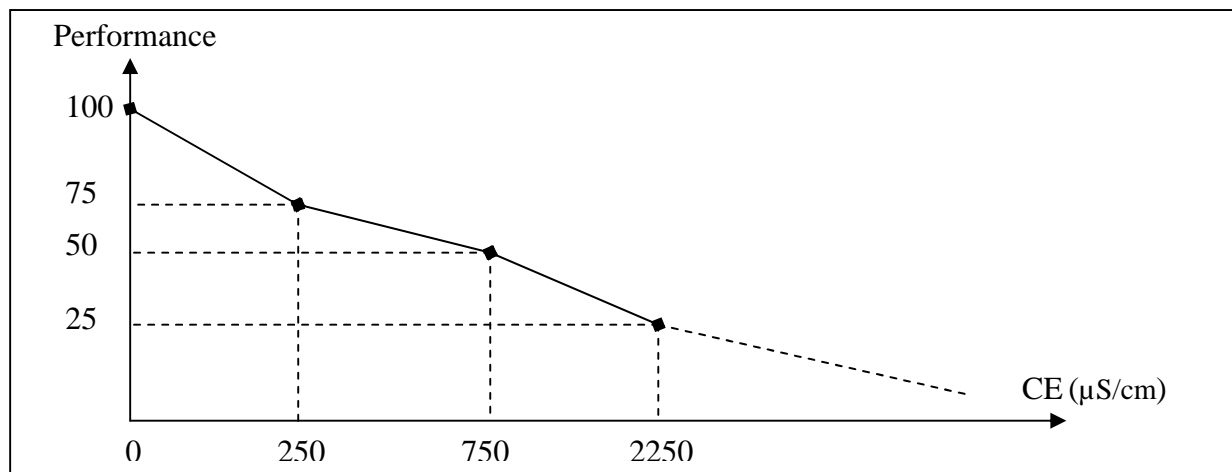


Fig. 1 : Diagramme de performance de l'indice de salinité (CE).

Donc la performance du critère C<sub>3</sub> correspond à la performance de l'indice de salinité CE :

$$PC_3 = P_{CE}$$

▪ **Méthode basée sur le ratio SAR (Sodium Adsorption Ratio).**

La valeur du SAR tient compte des effets mutuels du sodium, du calcium et du magnésium. On utilise le SAR pour classer les risques liés au sodium dans les sources d'eau d'irrigation. L'eau caractérisée par un SAR supérieur à 10 aura tendance à produire une accumulation de sodium dans le sol. Le coefficient d'adsorption au sodium SAR est calculé par la formule suivante :

$$SAR = \frac{Na}{\sqrt{\frac{Ca + Mg}{2}}}$$

Dont : Na, Ca et Mg sont les concentrations du sodium, calcium et le magnésium respectivement en mg/l.

À l'aide du coefficient SAR, on divise les eaux d'irrigation en quatre classes :

Indice SAR	Classe de qualité pour l'irrigation	Indice de performance	Recommandations pour la prise de décision
SAR < 10	Bonne	75 – 100	L'eau peut être utilisée sur pratiquement n'importe quel type de sol avec un risque minimal d'accumuler du sodium à un niveau dommageable.
10 ≤ SAR ≤ 18	Acceptable	50 – 74	L'eau présente un danger appréciable d'accumuler du sodium à un niveau dommageable pour les sols ayant une texture fine et une capacité d'échange cationique (CEC) élevée. Par contre, l'eau peut être utilisée dans les sols sableux ayant une bonne perméabilité.
18 < SAR ≤ 26	Médiocre	25 – 49	peut produire des niveaux dommageables de sodium dans pratiquement tous les types de sols. L'utilisation d'amendements tel que le gypse pourrait être nécessaires pour échanger les ions sodium. De plus, les pratiques culturales augmentant le drainage seront requises plus fréquemment.
SAR > 26	Mauvaise	0 – 24	cette eau est généralement inadéquate pour l'irrigation.

Tableau 2 : Classes de performance des eaux pour l'irrigation (USDA. Canada).

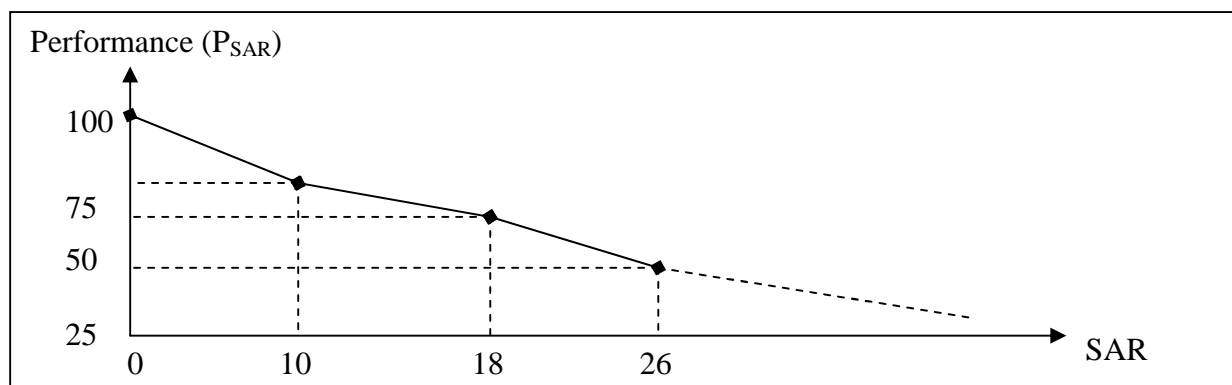


Fig. 2 : Diagramme de performance du ratio SAR.

Donc la performance du critère C<sub>3</sub> correspond à la performance du coefficient SAR :

$$PC_3 = P_{SAR}$$

## 2. Méthode d'évaluation du critère C<sub>4</sub> « Qualité piscicole ».

### ▪ Méthode « indice de poisson ».

Un outil de calcul de l'indice de poisson a été développé avec Microsoft Excel 2000, conçu initialement par D. Pont (Laboratoire d'Ecologie des Hydrosystèmes Fluviaux - Université de Lyon I). Cet outil est diffusé gratuitement par le Conseil supérieur de la pêche (CSP) est téléchargeable sur le site : [www.csp.ecologie.gouv.fr](http://www.csp.ecologie.gouv.fr).

L'indice de poisson est un indicateur direct pour évaluer la qualité piscicole, il est basé sur les peuplements de poissons. Le système de notation est basé sur les caractéristiques représentatives du peuplement observé : sa diversité (nombre d'espèces présentes), sa densité et les caractéristiques écologiques des différentes espèces qui le composent (régime alimentaire, sensibilité ...).

Indice de poisson	< 7	] 7 – 16]	] 16 – 25]	] 25 – 36]	> 36
Indice de performance	100 - 80	79 - 60	59 - 40	39 - 20	19 - 0
Classe de performance	Excellente	Bonne	Médiocre	Mauvaise	Très mauvaise

Tableau 3 : Classe de performance selon l'indice de poisson.

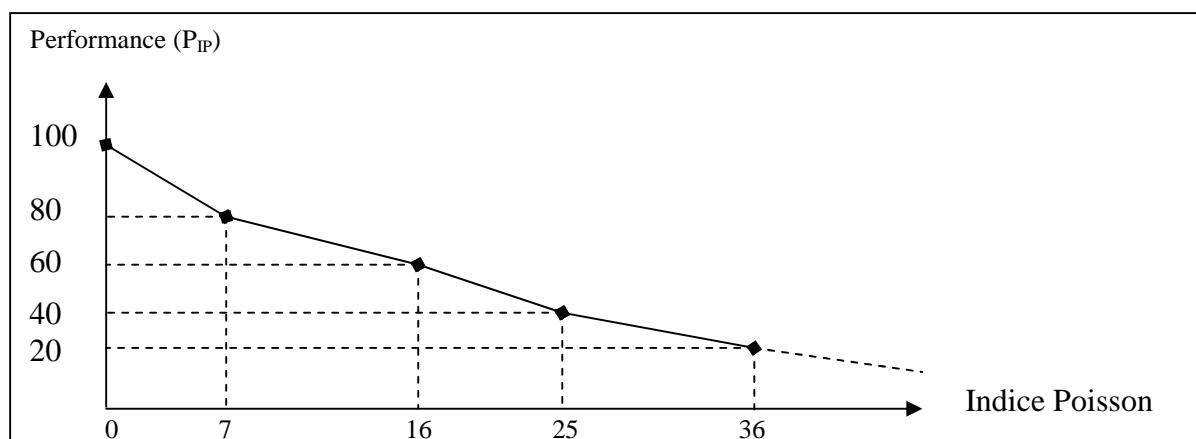


Fig. 3 : Diagramme des performances de l'indice de poisson.

### ▪ Méthode basée sur l'adapté de GRAY.

L'oxygène dissout est un indicateur direct du bon fonctionnement des écosystèmes, c'est un facteur limitant important pour la survie des poissons. Dans les secteurs à très faible teneur en oxygène dissout, les espèces habituelles d'eau propre seront éliminées et remplacées par de grandes densités de population d'espèces tolérantes.

Concentration de PO <sub>2</sub> dissous (mg/l)	Classe de qualité	Indice de performance	Espèces caractéristiques	Commentaires
≥ 8	Bonne	[ 75 – 100 ]	Truite, Chabot	Poissons gourmands en oxygène
6 – 7	Acceptable	[ 50 – 75 ]	Perche, Vairon	Ont besoin de plus d'oxygène pour une vie active
3 – 5	Médiocre	[ 25 – 50 ]	Gardon, Brochet, Chevesne	Peuvent vivre longtemps à ce niveau
< 3	Mauvaise	[ 0 – 25 ]	Carpe, Tanche, Brème	Peuvent vivre pendant de courtes périodes à ce niveau

Tableau 4 : Classe de performance en fonction de l'O<sub>2</sub> (Gray, 1999).

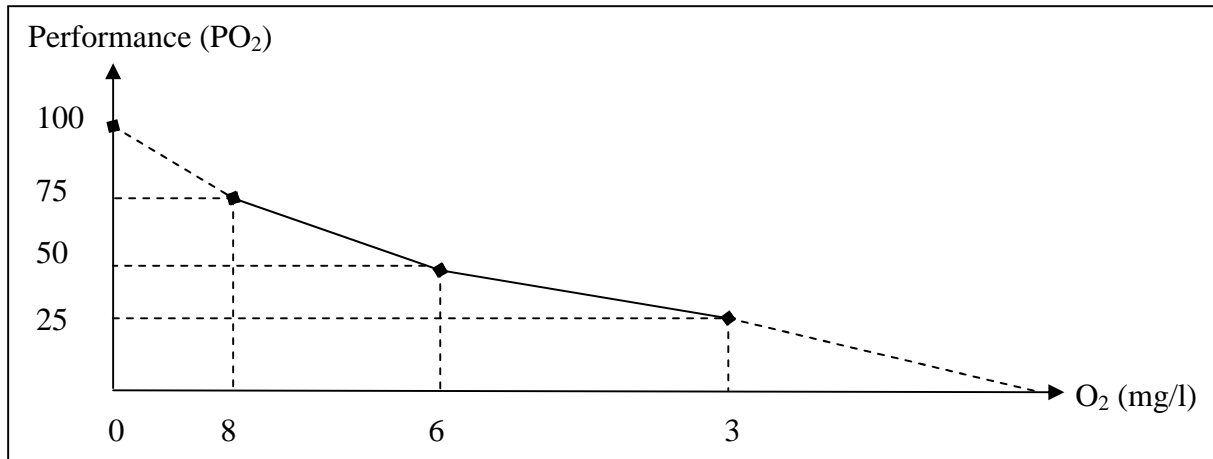


Fig. 4 : Diagramme des performances par rapport à l'oxygène dissous.

## 2. Méthode d'évaluation du critère C<sub>5</sub> « Etat d'eutrophisation ».

### ▪ Méthode basée sur l'estimation de la chlorophylle.

Cette approche de quantification du phénomène de l'eutrophisation développé par l'agence de l'eau de la région Picardie en France, basée sur la considération des conséquences de ces phénomènes, représenté par la quantité du chlorophylle. Dans ce cas la chlorophylle est un indicateur direct de l'état d'eutrophisation du milieu récepteur, et sa performance renseigne directement sur la performance du critère C<sub>5</sub>.

Indice de qualité	100 - 80	79 - 60	59 - 40	39 - 20	19 - 0
Classe de qualité	Non eutrophe	Faiblement eutrophe	Moyennement eutrophe	Fortement eutrophe	Très fortement eutrophe
Chlorophylle (mg/m <sup>3</sup> )	≤ 10	10 < Chl ≤ 60	60 < Chl ≤ 120	120 < Chl ≤ 300	> 300

Tableau 5 : Grille de l'état d'eutrophisation. (Agence de l'eau Française).

### ▪ Méthode basée sur le diagramme de Vollenweider (Boucherai, 1992) :

Le modèle de Vollenweider est une tentative de traduire en terme purement quantitatif l'état qualitatif d'un lac ou d'une rivière. Cette approche consiste à évaluer l'apport annuel en phosphore qui est un facteur limitant de l'eutrophisation, ce qui permet de déterminer l'état trophique du milieu récepteur.

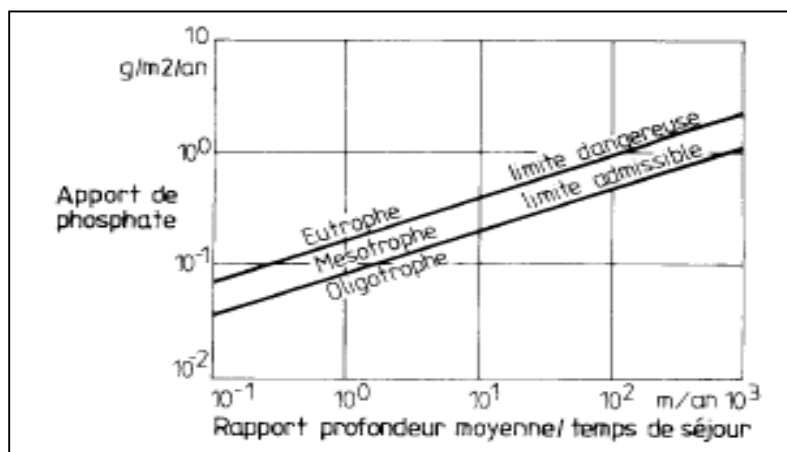


Fig. 6 : Diagramme de Vollenweider (Boucherai, 1992).

## Copies écran d'exécution de l'outil DURSAU

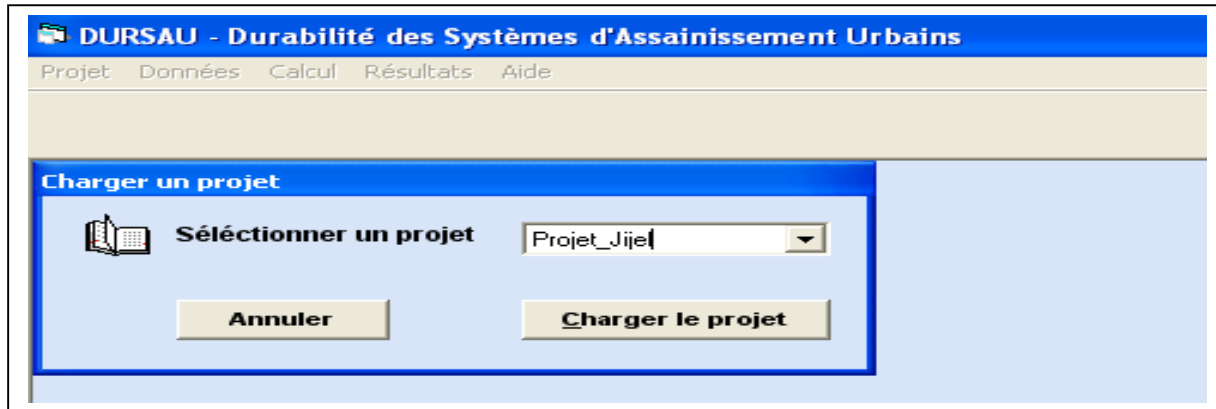


Fig. 1 : Chargement d'un projet existant.

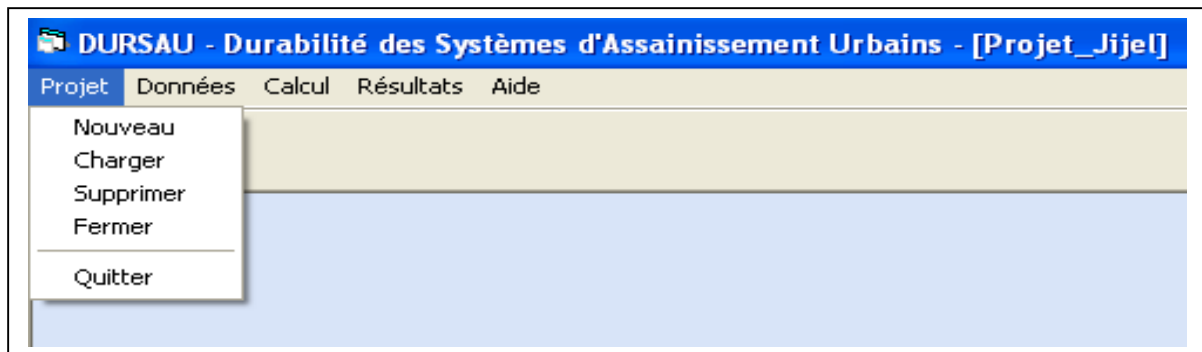


Fig. 2 : Menu Projet

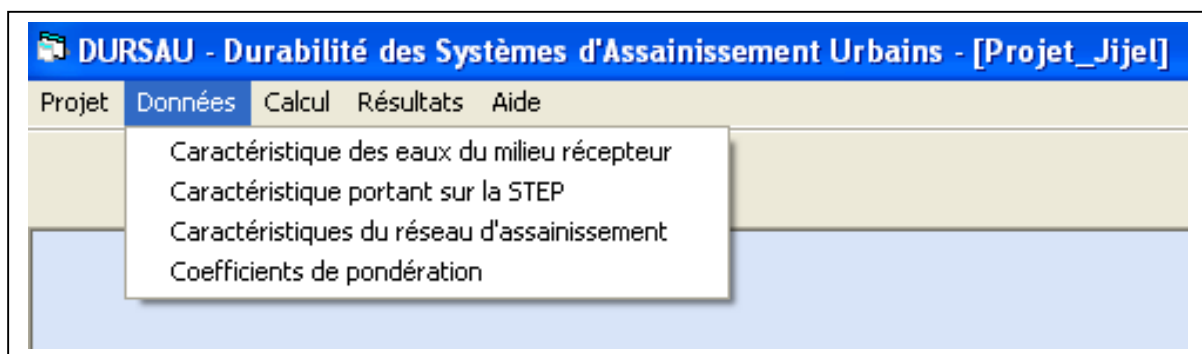


Fig. 3 : Menu Données

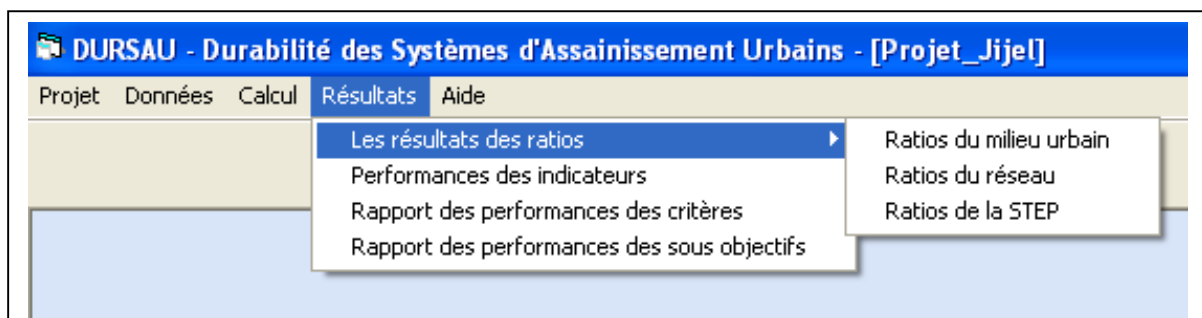


Fig. 4 : Menu résultats.



**DURSAU - Durabilité des Systèmes d'Assainissement Urbains - [Projet\_Jijel]**

Projet Données Calcul Résultats Aide

**Caractéristiques portant sur la STEP**

<b>Qualité d'effluent entrant à la STEP</b>				<b>Qualité d'effluent sortant de la STEP</b>				<b>Charges massiques d'effluent brut</b>							
MES (mg/l)	275,33	It (mg/l)	43,46	MES (mg/l)	9,36	It (mg/l)	8,18	MES (Kg/j)	2593,25	DBO5 (Kg/j)	2232,03	DCO (Kg/j)	4213,18	It (Kg/j)	
DBO5 (mg/l)	244,11	NH4 (mg/l)	49,15	DBO5 (mg/l)	5,81	NH4 (mg/l)	1,55	DBO5 (Kg/j)		DBO5 (Kg/j)	9000	DCO (Kg/j)	12000	MES (Kg/j)	7500
DCO (mg/l)	457,53	NO2 (mg/l)	2,79	DCO (mg/l)	67,78	NO2 (mg/l)	0,79	DCO (Kg/j)		DCO (Kg/j)	4500	NTK (Kg/j)	232	Pt (Kg/j)	71,72
pH	7,45	NO3 (mg/l)	13,55	pH	7,65	NO3 (mg/l)	7,26	NTK (Kg/j)		Pt (Kg/j)					
T (°C)	18,73	Pt (mg/l)	7,6	T (°C)	15,57	Pt (mg/l)	4,27								
Conduc. (µS/cm)	1124,94	PO4 (mg/l)	14,87	Conduc. (µS/cm)	1003,12	PO4 (mg/l)	9,13								

<b>Nombre de jours de dysfonctionnement de la STEP</b>				<b>Charges massiques déversées hors norme</b>				<b>Charges massiques de dimensionnement de la STEP</b>							
DBO5 (j/an)	0	MES (j/an)	8	DBO5 (Kg/an)	0	MES (Kg/an)	524	DBO5 (Kg/j)	9000	DCO (Kg/j)	12000	MES (Kg/j)	7500	NTK (Kg/j)	4500
DCO (j/an)	0	Température (j/an)	0	DCO (Kg/an)	0	PO4 (Kg/an)	10640	DCO (Kg/j)		Pt (Kg/j)					
It (j/an)	0	pH (j/an)	0	It (Kg/an)	0	Pt (Kg/an)	3112								
Pt (j/an)	148	PO4 (j/an)	153												

<b>Paramètres de dimensionnement de la STEP</b>				<b>Caractéristiques physicochimiques des boues</b>				<b>Débit des effluents</b>					
Nombre d'équivalent habitant (eqh)	150000	It (mg/Kg)		Mg (mg/Kg)		Debit entrant à la STEP (m3/j)	9434,01	Debit sortant de la STEP (m3/j)	9064,1	Debit annuel entrant (m3/an)	3443413,6	Poids des boues destinées à la décharge (Tonne de Matière Sèche / an)	15695
Debit journalier traité (m3/j)	30000	Pt (mg/Kg)		Fe (g/Kg)	1								
Debit maximal horaire (Qmax) en (m3/h)	2500	K (mg/Kg)		Zn (mg/Kg)	52								
Debit de point à temps sec (m3/h)	1960	Ca (g/Kg)	2	Cu (mg/Kg)	11								
Debit de point à temps de pluies (m3/h)	3750	MO (mg/Kg)		Mn (mg/Kg)	3								
		Cd (mg/Kg)	6	Cr (mg/Kg)	10								
		Hg (µg/Kg)	15	Pb (mg/Kg)	7								
		Ni (mg/Kg)	40										

Fig. 5 : Saisie des données d'entrée.

**DURSAU - Durabilité des Systèmes d'Assainissement Urbains - [Projet\_Jijel]**

Projet Données Calcul Résultats Aide

<p><b>Liste des objectifs</b></p> <p>Sélectionner les objectifs à évaluer :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li><input checked="" type="checkbox"/> Environnement du système d'assainissement                     <ul style="list-style-type: none"> <li><input checked="" type="checkbox"/> Milieu récepteur</li> <li><input checked="" type="checkbox"/> Milieu urbain</li> </ul> </li> <li><input checked="" type="checkbox"/> Fonctionnement du système d'assainissement                     <ul style="list-style-type: none"> <li><input checked="" type="checkbox"/> Fonctionnement de la STEP</li> <li><input checked="" type="checkbox"/> Fonctionnement du réseau d'assainissement</li> </ul> </li> <li><input type="checkbox"/> Santé, hygiène et sécurité des usagers et du personnel</li> <li><input type="checkbox"/> Qualité d'exploitation du réseau d'assainissement</li> <li><input type="checkbox"/> Qualité structurelle du réseau d'assainissement</li> <li><input type="checkbox"/> Gestion économique et financement du système</li> <li><input type="checkbox"/> Cadre institutionnel du systèmes d'assainissement</li> </ul> <p>Fin Annuler Suivant</p>	<p><b>Liste des critères</b></p> <p><b>Milieu récepteur</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li><input checked="" type="checkbox"/> <b>Qualité globale</b></li> <li><input type="checkbox"/> Qualité pour l'AEP</li> <li><input type="checkbox"/> Qualité pour l'irrigation</li> <li><input type="checkbox"/> Qualité piscicole</li> <li><input type="checkbox"/> Etat d'eutrophisation</li> <li><input type="checkbox"/> Qualité pour la baignade</li> </ul> <p><b>Milieu urbain</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li><input type="checkbox"/> Etat de collecte</li> <li><input type="checkbox"/> Désordre de surface</li> <li><input type="checkbox"/> Perturbation des activités</li> </ul> <p><b>Fonctionnement de la STEP</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li><input type="checkbox"/> La charge polluante admise à la STEP</li> <li><input type="checkbox"/> Le rendement épuratoire de la STEP</li> <li><input type="checkbox"/> Le nombre de jours de dysfonctionnement de la STEP</li> <li><input type="checkbox"/> Le respect de l'objectif de qualité par les rejets de la STEP</li> <li><input type="checkbox"/> La qualité de la boue produise par la STEP</li> <li><input type="checkbox"/> La quantité de boues destinée à la décharge publique</li> </ul> <p><b>Fonctionnement du réseau</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li><input type="checkbox"/> Quantité des rejets directs (non traités)</li> <li><input type="checkbox"/> Risque d'inondation par temps de pluie</li> <li><input type="checkbox"/> Etat de raccordement au réseau d'assainissement</li> <li><input type="checkbox"/> La qualité relationnelle avec les usagers</li> </ul> <p>Fin Annuler Valider</p>	<p><b>Paramètres - Qualité globale</b></p> <p>Sélectionner les paramètres pour l'évaluation de la qualité globale :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li><input checked="" type="checkbox"/> Demande biologique en oxygène (DBO5)</li> <li><input checked="" type="checkbox"/> Demande chimique en oxygène (DCO)</li> <li><input type="checkbox"/> Taux de saturation en oxygène (O2%)</li> <li><input type="checkbox"/> Oxygène dissous (O2)</li> <li><input type="checkbox"/> Matières en suspension (MES)</li> <li><input type="checkbox"/> Phosphates (PO4)</li> <li><input type="checkbox"/> Nitrite (NO2)</li> <li><input type="checkbox"/> Nitrates (NO3)</li> <li><input type="checkbox"/> Ammonium (NH4)</li> </ul> <p>Coefficients de pondération :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li><input type="radio"/> Manuel</li> <li><input checked="" type="radio"/> Automatique</li> </ul> <p>Valider</p>
---	---	---

Fig. 6 : Sélection des indicateurs de performance à évaluer.

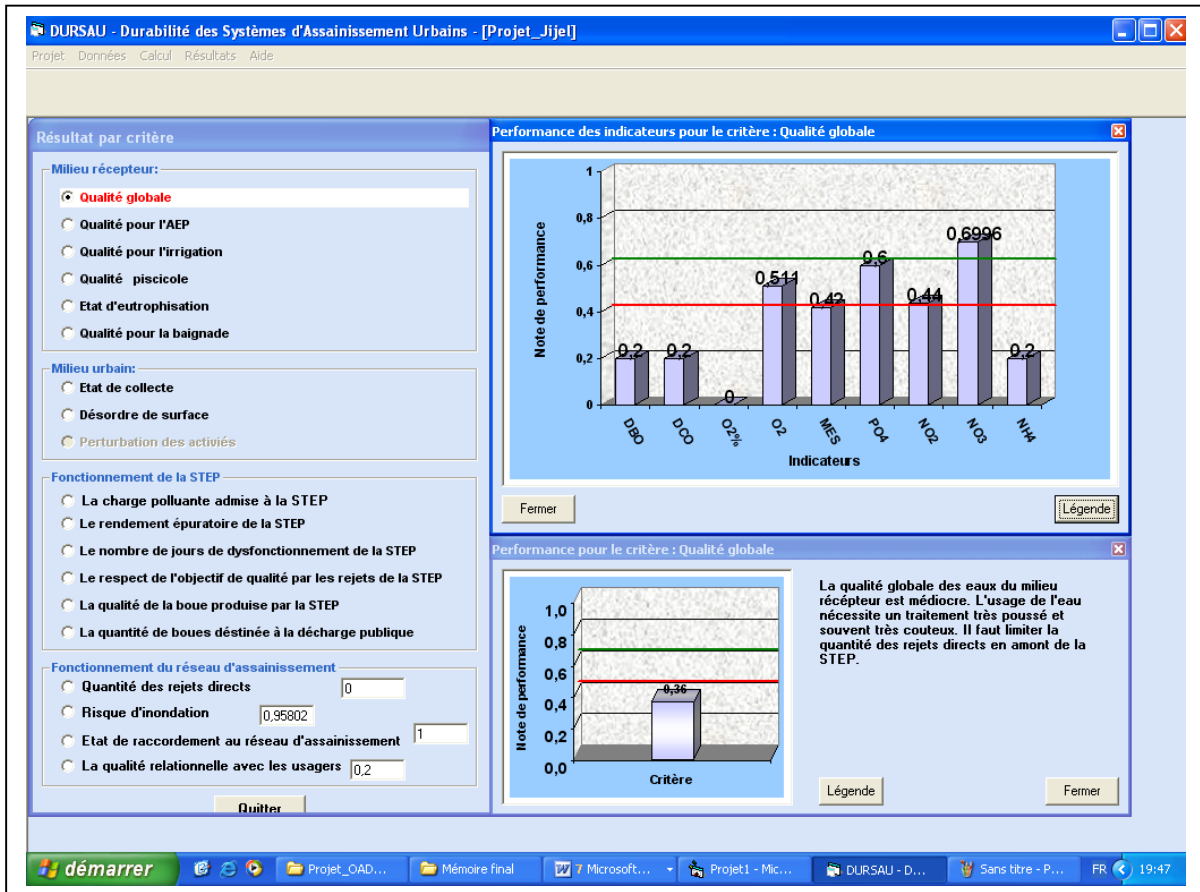


Fig. 7 : Résultats des performances pour le critère C<sub>1</sub> « Qualité globale des eaux »

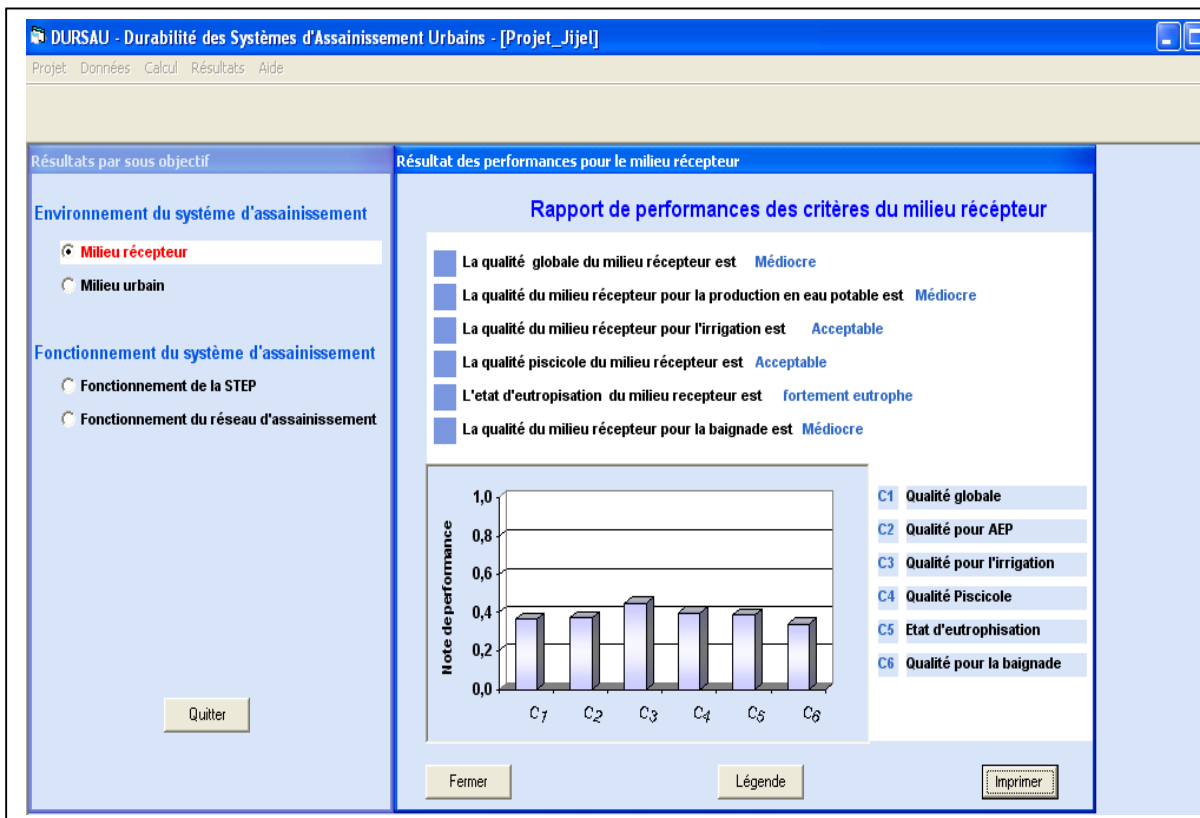
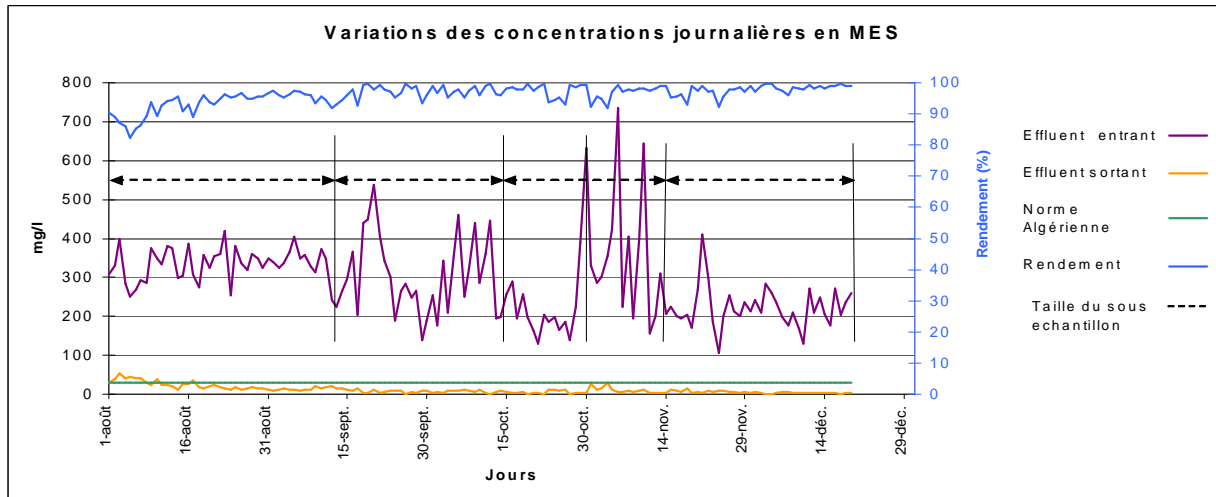
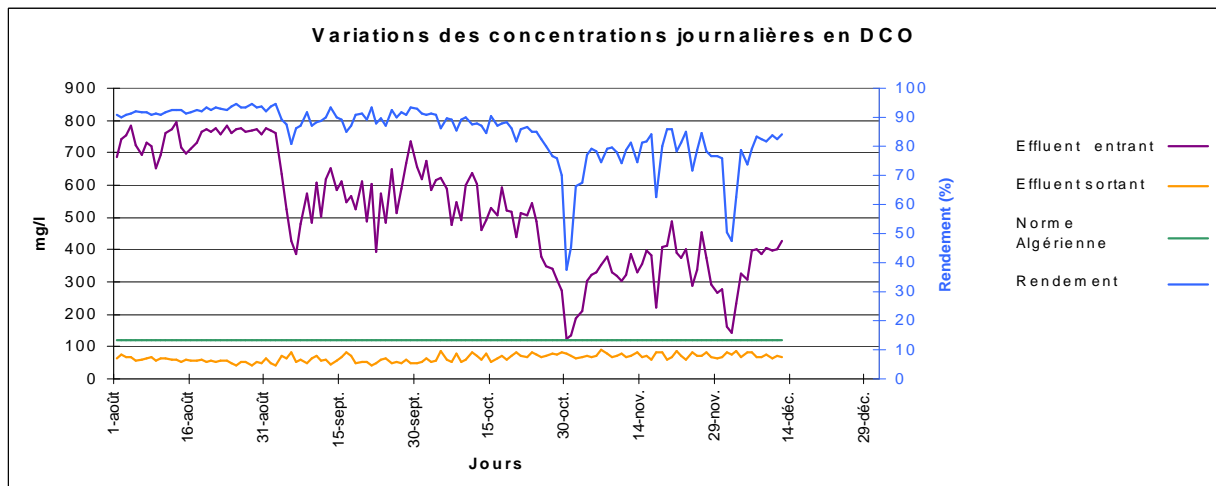


Fig. 8 : Rapport de performances des critères pour le sous objectif « Qualité des eaux du milieu récepteur »

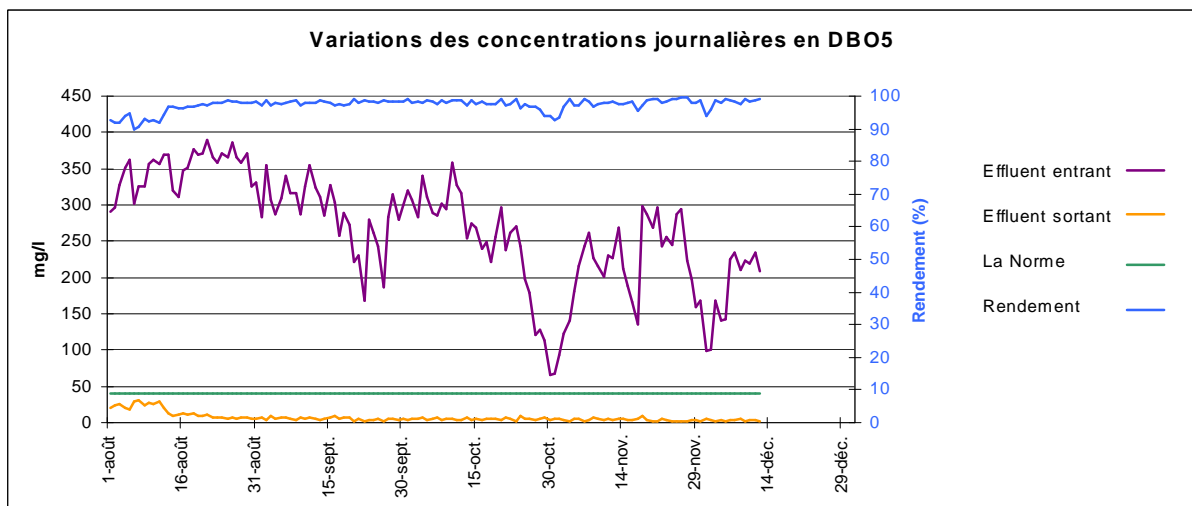
*Présentation graphique des mesures à l'entrée et à la sortie de la STEP*



**Fig. 1 : Variations des concentrations en MES à l'entrée et à la sortie de STEP.**



**Fig. 2 : Variations des concentrations en DCO à l'entrée et à la sortie de STEP.**



**Fig. 3 : Variations des concentrations en DBO5 à l'entrée et à la sortie de STEP.**

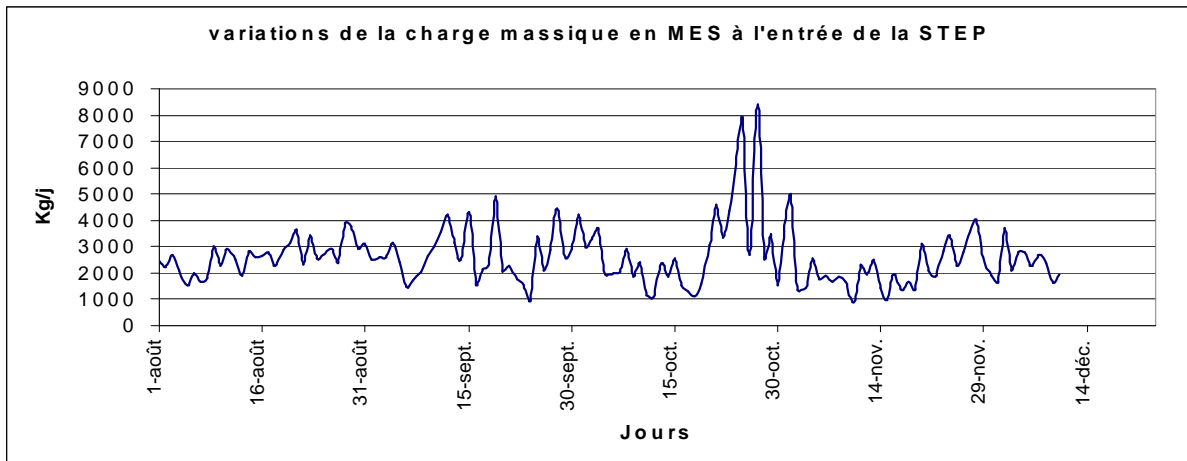


Fig. 4 : Variations de la charge massique en MES à l'entrée de STEP.

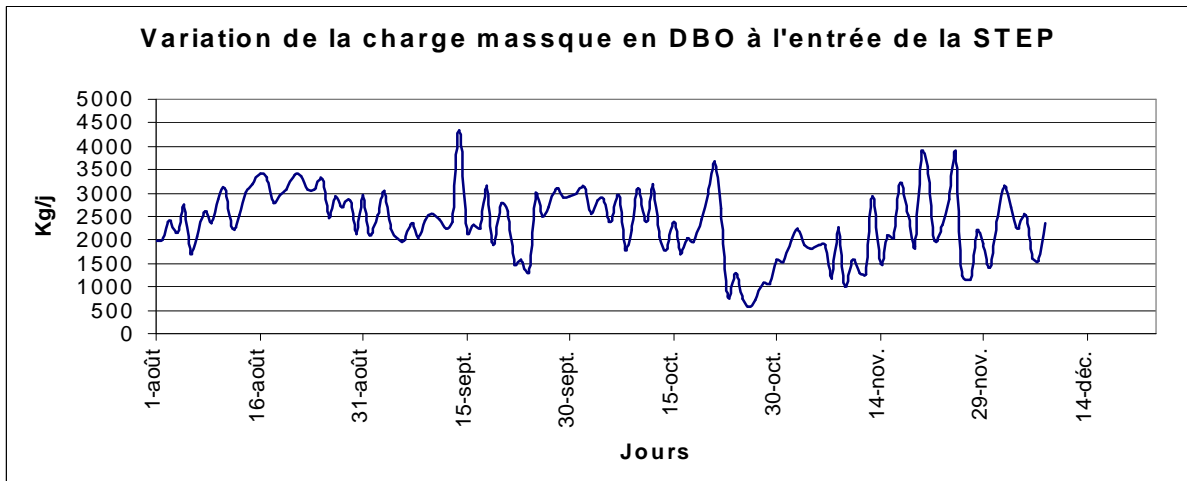


Fig. 5 : Variations de la charge massique en DBO5 à l'entrée de STEP.

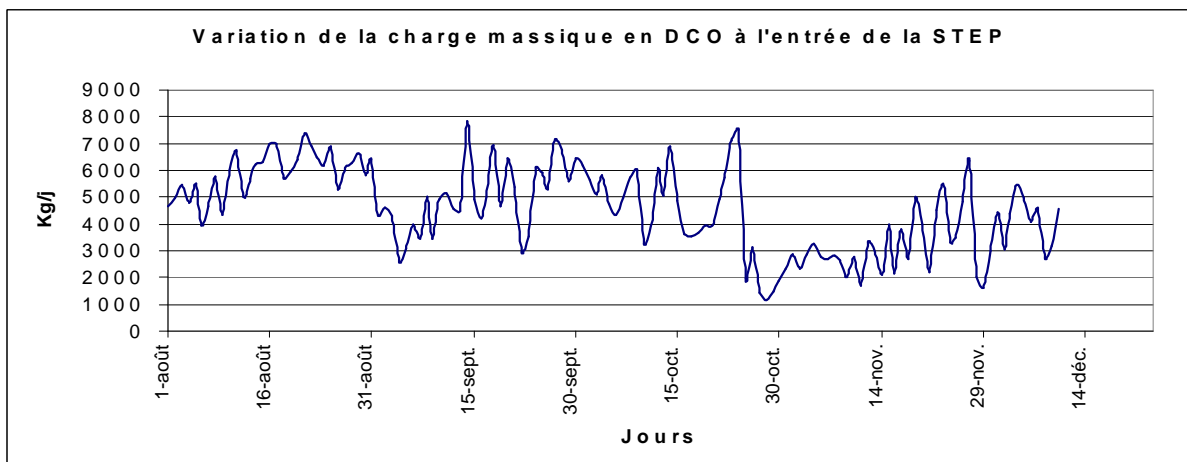
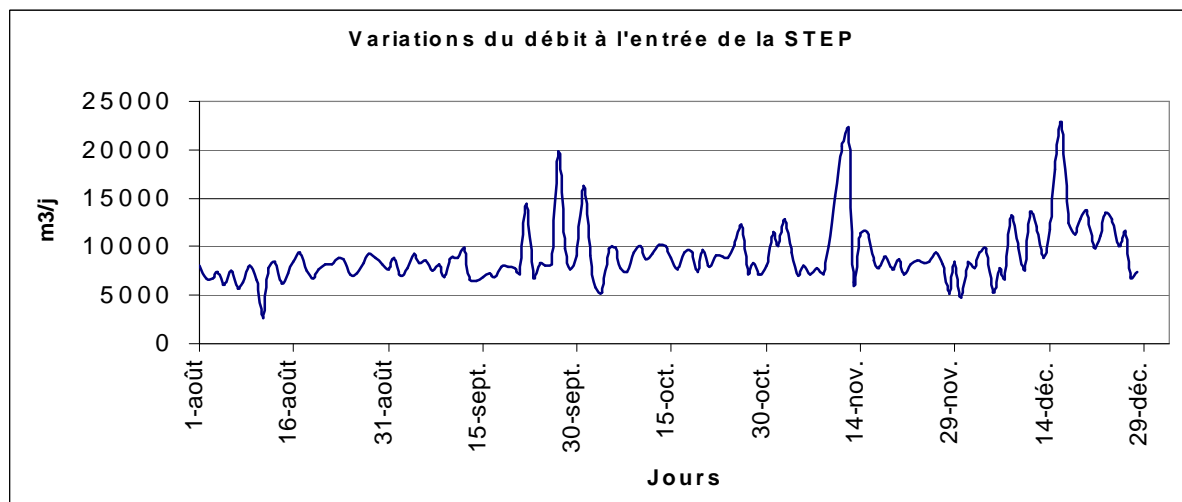


Fig. 6 : Variations de la charge massique en DCO à l'entrée de STEP.



**Fig. 7 : Variations des débits à l'entrée de STEP.**

*Annexe XI*

---

*Photos prises sur le réseau d'assainissement de la  
Ville de Jijel*



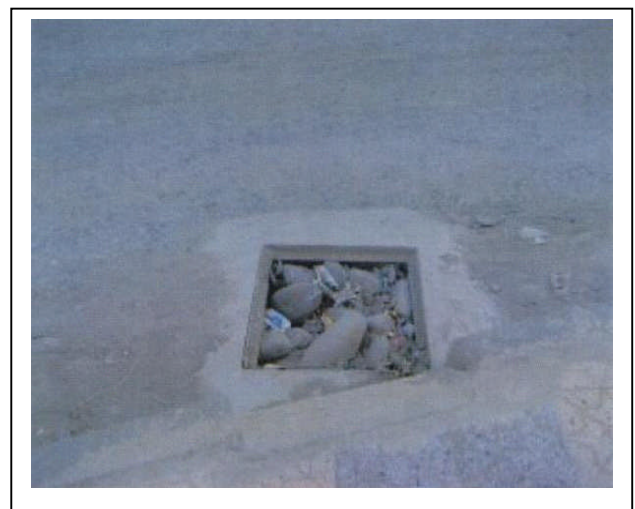
**Fig. 1 : Obturation sommaire de l'entrée du regard par une pierre après le vol du tampon.**



**Fig. 2 : Tampon cassé**



**Fig. 3 : Chaussée nouvelle obstruant les regards et les avaloirs**



**Fig. 4 : Obturation d'un avaloir dans la zone de la zone de construction en absence de grille.**



Fig. 5 : Rejets le long de l'Oued Mautas.



Fig. 6 : Rejets dans l'oued Kantara



Fig. 7 : Captation des fuites d'eau potable.

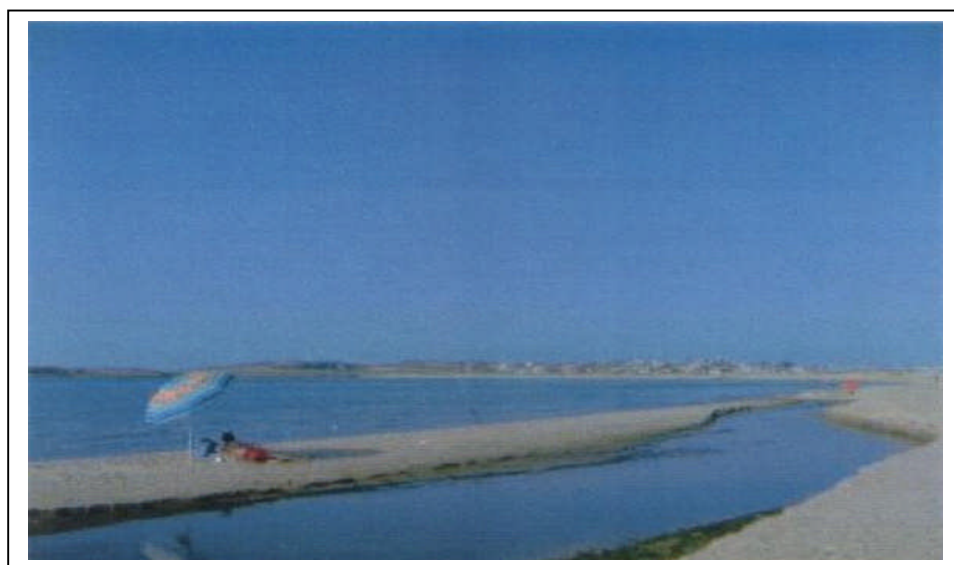


Fig. 8 : L'exutoire de l'Oued Mautas, pourtant la plage accueille des baigneurs

