

Durabilité des systèmes d'assainissement algériens Etude de l'aspect fonctionnel du système de la ville de Jijel

Algerian urban sewer systems durability – Study of the
functional aspect of Jijel town's system

Marzouk Cherrared *, Tarik Zekiouk *, Bernard Chocat **

* Laboratoire d'Hydraulique Appliquée et d'Environnement, Université A. Mira,
Targa Ouzemour, 06 000 Béjaia, ALGERIE. (cherraredmarzouk@yahoo.fr) -
(zekiouktarik@yahoo.fr)

** Université de Lyon
INSA-Lyon, LGCIE, F-69621, Villeurbanne, France
(Bernard.Chocat@insa-lyon.fr)

RÉSUMÉ

Ce travail entre dans le cadre de la mise en place d'une méthodologie d'évaluation de la durabilité des systèmes d'assainissement (SA) urbains algériens. Des critères et des indicateurs de performance ont été construits et définis sur la base d'informations spécifiques. Une méthodologie d'évaluation des performances du système a été élaborée et numérisée pour construire un tableau de bord prototype. L'étude traite de l'aspect fonctionnel des SA, objectif retenu sur sept objectifs de durabilité définis sur la base de la problématique des SA algériens (Cherrared M. et al, 2007). Une étude de cas a été effectuée sur le SA de la ville de Jijel (Est algérien). Les performances du SA ont été évaluées par critère et par indicateur retenus (par le principe de l'agrégation et de la pondération). La méthodologie utilisée est basée sur l'exploitation (par différentes méthodes) des données mesurées sur site et sur des méthodes de calcul des indicateurs et des performances définies dans le cadre de l'étude. L'outil développé présente une grande souplesse d'utilisation et offre un prototype de tableau de bord pour le contrôle des performances des SA algériens. L'exploitation du cas de Jijel montre d'une part, la possibilité de compléter l'information manquante par l'utilisation de ratios spécifiques et d'autre part, les limites des méthodes basées sur la pondération des indicateurs de performances.

ABSTRACT

This work enters within the framework of the elaboration of an evaluation methodology of the Algerian sewer systems sustainability. Criteria and performance indicators were elaborated and defined on the basis of specific information. A methodology to evaluate the system's performances was elaborated and was digitized. The study treat about the functional aspect of the sewer systems, objective that was retained on seven objectives of sustainability elaborated on the basis of problems met in Algerian sewer systems (Cherrared M. et al, 2007). A case of study was carried out on the urban sewer system of Jijel (East of Algeria). The system's performances were evaluated by criterion and selected indicator (with using the principle of the weighting of the the performance indicators). The used Methodology is based on the exploitation (by various methods) of the data measured on site and methods assessing the indicators and performances defined within the framework of the study. The developed tool has a great flexibility and provides a prototype of dashboard for monitoring the performance of Algerian urban sewer systems. The exploitation of the case of Jijel shows on the one hand, the opportunity to complete the missing information by using specific ratios and on the other hand, the limits of methods based on the weighting of performance indicators.

MOTS CLÉS

Cas algérien, développement durable, indicateur de performance, système d'assainissement.

1. INTRODUCTION

La gestion durable de l'eau et la conception de SA capables de répondre à des objectifs associés à la politique du développement durable, est sans doute l'une des questions urbaines fondamentales à l'heure actuelle (Cherqui F., 2005 ; Chocat B. et al, 2007 ; Granger D. et al, 2008 ; Guerin-Shneider L. and Nakhla M., 2003 ; Martin P. and al, 2001 ; Matos R. and al, 2003). Obtenir un assainissement qui limite les impacts négatifs sur l'environnement, qui limite la consommation énergétique, qui protège les usagers mais également le personnel, qui est capable de fournir un service performant sur le long terme et qui mobilise des compétences multiples. En Algérie, les gestionnaires des systèmes d'assainissement doivent faire face à plusieurs réalités. Par exemple, la dégradation physique des infrastructures, pour cause de vieillissement ou de défaut de maintenance et la pollution des milieux naturels par les rejets directs ou indirects provenant de l'assainissement urbain (eaux pluviales et eaux usées) qui commence à devenir très inquiétante. Le travail mené a pour objectif de mettre au point un « tableau de bord » prototype permettant d'évaluer la durabilité des systèmes d'assainissement algériens. Cet article présente la méthodologie élaborée et appliquée, une brève description de l'outil informatique réalisé et utilisé, et une application de l'aspect fonctionnel sur le SA de la ville de Jijel.

2. METHODOLOGIE DE L'ETUDE

2.1 Organigramme méthodologique général

La méthodologie d'évaluation de la performance est caractérisée par deux étapes.

- Identification et construction des IP ; inspirée de la problématique de l'assainissement en Algérie et de l'état actuel des connaissances en matière de développement durable des systèmes d'assainissement (CATE, 2004 ; Cherrared M. et al, 2007; CNES, 2005).
- Evaluation des performances du système (figure 1) ; étape basée sur l'évaluation des indicateurs de performance (tableau 1) et des performances des critères par leur agrégation.

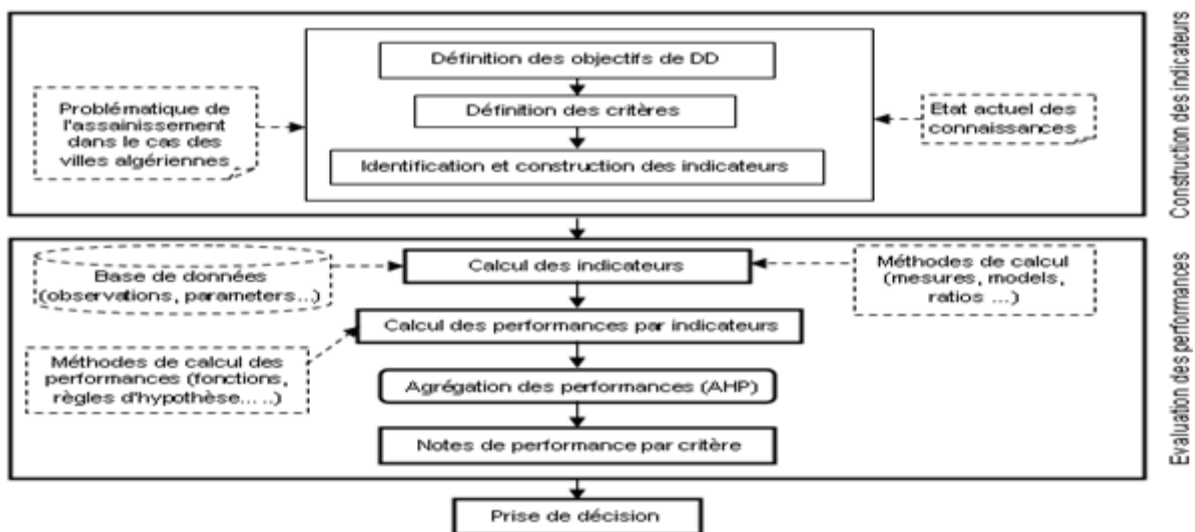


Fig.1 : Organigramme général d'évaluation des performances

2.2 Définition des objectifs et des indicateurs de performance

2.2.1 Les objectifs de durabilité

Cette étude a permis de proposer une première perspective des différentes actions nécessaires à mener pour œuvrer dans le sens du développement durable (DD), ainsi que les objectifs attendus à travers ces actions. Ces objectifs constituent les indices permettant d'apprécier et d'évaluer la durabilité d'un système d'assainissement :

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.

Dans cette étude, nous nous limiterons au traitement du cinquième objectif qui concerne l'aspect fonctionnel du système d'assainissement (réseau et station d'épuration), appliqué au SA de Jijel.

2.2.2 Indicateurs de performance

Les indicateurs de performances retenus sont choisis sur la base des problèmes souvent rencontrés et des priorités signalées (CATE, 2004). Pour le fonctionnement du réseau, les performances visées concernent les problèmes des inondations, des rejets directs (sans traitement), de collecte au réseau et de consommation d'énergie (Guérin-Schneider L. et al, 2003 ; Shuping L., et al, 2006). Pour la STEP, on s'intéresse à la capacité hydraulique et épuratoire, au rendement épuratoire et à la consommation d'énergie par la station (Tableau 1). A la fin de ce document, nous avons présenté la description des paramètres utilisés pour le calcul des indicateurs.

2.3 Méthodologie d'évaluation des performances

La méthodologie proposée est caractérisée par deux niveaux d'évaluation des performances. Le premier niveau concerne l'attribution d'une note de performance pour chaque indicateur, à partir de la valeur de l'indicateur calculé (Martin P. et al, 2001). Le deuxième niveau concerne le calcul des performances de chaque critère à partir de l'agrégation des performances des indicateurs obtenu dans le premier niveau (Geerse J.M.U. et al, 2002).

2.3.1 Niveau 1 : Performance par indicateur

Les indicateurs de performance sont évalués par l'un des procédés suivants :

- Enquêtes de terrain, exemple du nombre de rejets directs
- Modèles de calcul, exemple du taux de surfaces inondées, obtenu par l'utilisation du modèle SWMM.
- Méthodes analytiques de calcul, exemple du taux de rejets directs.
- Mesures de terrain, exemple du taux de fuites dans le réseau, obtenu par un bilan hydraulique basé sur des mesures de débit (entrée – sortie).

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 (figure 2), soit à partir des règles d'hypothèses déduites par des analyses bibliographiques, des expériences de terrain ou d'avis d'experts.

2.3.2 Niveau 2 : Performance par critère

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 est calculée à partir des performances des indicateurs qui lui sont associés (Ellis J. B. et al, 2004). Ce calcul est effectué selon deux étapes : détermination des poids des indicateurs et ensuite, l'agrégation des performances des indicateurs pour obtenir à la fin une note de performance pour chaque critère.

2.3.2.1. Détermination des coefficients de pondération

Nous avons utilisé deux méthodes : la première est la méthode AHP (Analytical Hierarchy Process), la deuxième est celle que nous avons proposé dans cette étude (§ b).

a. Méthode AHP

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

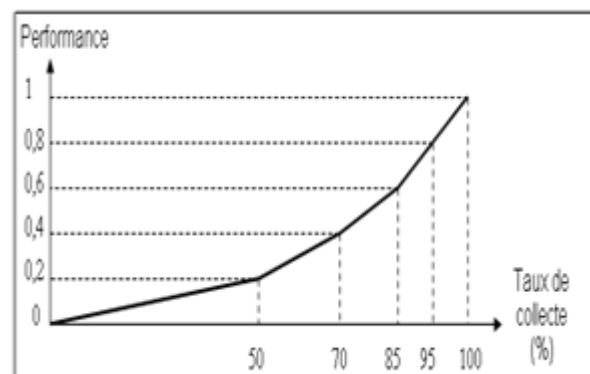


Fig.2 : Exemple de fonction de performance utilisée pour l'indicateur "Taux de Collecte" (R.N.D.E., 1998)

| Objectif (s) | Composants du système | Critère (s) | Indicateurs de performance | | | | |
|-----------------------------------------------------------|----------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------|--------------------------------------|---------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------|
| | | | Désignation | Unité | Méthode de calcul | Impact | |
| Assurer le bon fonctionnement du système d'assainissement | Le réseau | C ₁ : Etat de collecte | Taux de rejets directs | m ³ /an/hab | $I_{11} = [V_r / N_{hab}] \times 100$ | Protéger le milieu naturel, et préserver la santé et l'hygiène des usagers | |
| | | | Taux de collecte à la STEP | % | $I_{12} = [V_{STEP} / V_{Col}] \times 100$ | | |
| | | | Taux de fuite dans le réseau | % | $I_{13} = [N_{Fuites} / L_{Re}] \times 100$ | | |
| | | C ₂ : Risque d'inondation | Taux de surfaces inondées | % | $I_{2.1} = [S_{inon} / S_T] \times 100$ | Protéger les biens et les personnes | |
| | | C ₃ : Consommation d'énergie électrique (station de relevage) | Consommation d'énergie par habitant | KWh/hab/an | $I_{3.1} = E / N_{hab}$ | Réduire les coûts d'exploitation du réseau | |
| | | | Consommation d'énergie par m ³ d'eau | KWh/m ³ | $I_{3.2} = E / V_{RS}$ | | |
| | | | Coût de l'énergie par habitant | KDA ^e /hab/an | $I_{3.3} = C / N_{hab}$ | | |
| | | | Coût de l'énergie par mètre linéaire du réseau | DA ^e /mL | $I_{3.4} = C / L_{SR}$ | | |
| | | La station d'épuration | C ₄ : Charge polluante admise à l'entrée | Taux de NTK admis à la STEP | % | $I_{4.1} = (M_{NTK} / M_{NTK(e)}) \times 100$ | Maintenir le bon fonctionnement de la STEP |
| | | | C ₅ : Charge hydraulique admise à l'entrée | Taux de la charge hydraulique admise | % | $I_{5.1} = (V_{STEP} / V_{STEP(e)}) \times 100$ | Assurer une bonne prise en charge de la STEP |
| | C ₆ : Rendement épuratoire | | Rendement en : DBO5, DCO, MES, NTK, Pt | % | $I_{6.1} = [(C_e - C_s) / C_e] \times 100$ | Protéger le milieu naturel | |
| | C ₇ : Consommation d'énergie électrique | | Consommation d'énergie par habitant | KWh/hab/an | $I_{7.1} = E / N_{hab}$ | Optimiser les dépenses énergétiques | |
| | | | Consommation d'énergie par m ³ d'eau | KWh/m ³ | $I_{7.2} = E / V_{STEP}$ | | |
| | | | Coût de l'énergie par habitant | KDA ^e /hab/an | $I_{7.3} = C / N_{hab}$ | | |
| | | | Coût de l'énergie par mètre linéaire du réseau | KDA ^e /mL | $I_{7.4} = C / L_{SR}$ | | |

* 1 Euro = 100 DA environ

Les paramètres utilisés dans les équations sont définis à la fin du rapport

Tableau 1 : Présentation synthétique des indicateurs de performance

a.1. Hiérarchisation des indicateurs par importance.

Cette étape consiste à établir 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} , lequel plus important que I_i . A la fin, I_n est l'indicateur le moins important.

a.2. Comparaison des indicateurs par importance.

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

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

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 .

a.3. Détermination des poids associés à chaque indicateur.

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

$$w_i = \frac{\sum_{i=1}^n \left[a_{ii} / \sum_{k=1}^n a_{ki} \right]}{n} \quad (2)$$

a.4. Vérification de la consistance du résultat.

Un grand avantage de la méthode est qu'elle calcule un indice de cohérence, qui permet d'évaluer les calculs effectués. En d'autres termes, il permet de vérifier si les valeurs de l'échelle (1-9) attribuées par le décideur sont cohérentes ou non. Il fournit une mesure de la probabilité que la matrice a été complétée purement au hasard. A titre d'exemple, si le ratio CR est égal 0,20, cela veut dire que il y a une chance de 20 % que le décideur ait répondu aux questions d'une façon purement aléatoire. On définit les vecteurs $[\lambda'_1 \dots \lambda'_i \dots \lambda'_n]$ et $[\lambda_1 \dots \lambda_i \dots \lambda_n]$ par les équations 3 et 4.

$$\begin{bmatrix} \lambda'_1 \\ \dots \\ \lambda'_i \\ \dots \\ \lambda'_n \end{bmatrix} = \sum_{k=1}^n \left[w_k \times \begin{bmatrix} a_{1k} \\ \dots \\ a_{ik} \\ \dots \\ a_{nk} \end{bmatrix} \right] = \begin{bmatrix} a_{11} \\ \dots \\ a_{1i} \\ \dots \\ a_{1n} \end{bmatrix} w_1 + \dots + w_i \times \begin{bmatrix} a_{1i} \\ \dots \\ a_{ii} \\ \dots \\ a_{ni} \end{bmatrix} + \dots + w_n \times \begin{bmatrix} a_{1n} \\ \dots \\ a_{in} \\ \dots \\ a_{nn} \end{bmatrix} \quad (3)$$

$$\text{Et : } \lambda_i = \frac{\lambda'_i}{w_i} \quad (4) \quad \text{Puis, on obtient : } \lambda_{\max} = \left[\sum_{i=1}^n \lambda_i \right] / n$$

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

Pour calculer le ratio de consistance CR, on divise l'indice de consistance par une valeur RI dépendant du nombre d'indicateur n donnés par le tableau 2 suivant :

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

Tableau 2 : Valeurs du coefficient 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.

b. Méthode de pondération proposée

Les poids des indicateurs sont déterminés à partir des valeurs des indicateurs calculés. Par exemple pour le critère « rendement épuratoire », le poids des indicateurs R_{DBO5} et R_{DCO} sont calculés respectivement par les équations 5 et 6 :

$$w_{DBO5} = \frac{R_{DBO5}}{R_{DBO5} + R_{DCO} + R_{MES} + R_{Nt} + R_{Pt}} \quad (5), \quad w_{DCO} = \frac{R_{DCO}}{R_{DBO5} + R_{DCO} + R_{MES} + R_{Nt} + R_{Pt}} \quad (6)$$

Avec :

$R_{DBO5}, R_{DCO}, R_{MES}, R_{Nt}, R_{Pt}$: rendements épuratoires de la STEP, des paramètres considérés.

2.3.2.2. Agrégation des indicateurs

Dans notre cas, nous avons opté pour une 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 (Bouyssou D. et al, 2003). La méthode d'agrégation choisie est la méthode des additions linéaires (dite aussi méthode de la somme pondérée), qui est également une des méthodes les plus utilisées (Saheli H. A. et al, 2005). 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 (équation 7) :

$$PC_j = \sum_{i=1}^n PI_{ji} \times w_i \quad (7)$$

Avec :

PC_j : note de performance pour le critère C_j

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

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

3. PRINCIPE DE FONCTIONNEMENT DU MODELE INFORMATIQUE ELABORE

L'outil réalisé et utilisé est la transcription informatique de la méthodologie d'évaluation de la durabilité, décrite dans la section 2.3. Les données entrées par l'utilisateur, concernant le système d'assainissement, sont stockées dans une base de données et classées par projet. Après sélection des critères et indicateurs à évaluer par l'utilisateur (figure 3), un processus de calcul est lancé et qui comprend les opérations suivantes :

- Calcul des indicateurs de performance,
- Calcul des performances pour chaque indicateur,
- Détermination des coefficients de pondération (méthode AHP),
- Agrégation des performances des indicateurs et calcul des performances pour chaque critère.

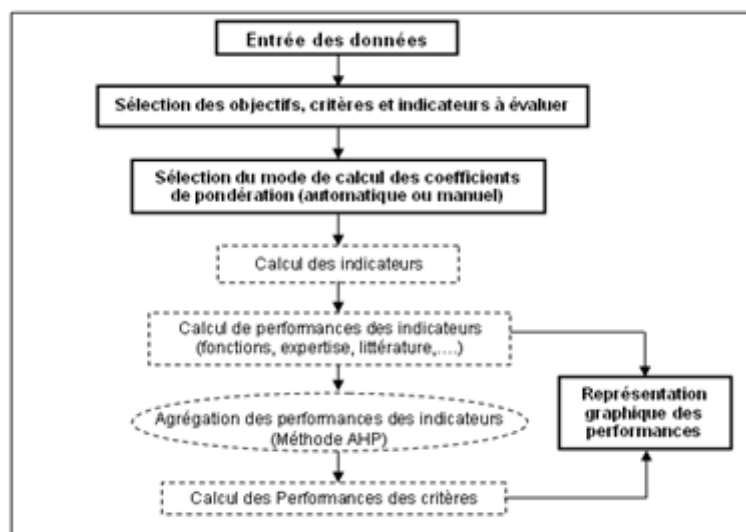


Fig.3 : Principe du fonctionnement du modèle informatique élaboré et utilisé

4. APPLICATION DE LA METHODOLOGIE AU SYSTEME DE JIJEL

4.1 Présentation du site

La population de la ville de Jijel a été estimée à 135 000 habitants (SCE, 2009). Le réseau d'assainissement est à 92% unitaire et à 8% séparatif. Le linéaire total du réseau est de 113 Km. Le bassin versant est caractérisé par huit sous bassins dont la moitié se déverse au milieu naturel. On dénombre 56 rejets directs, essentiellement concentrés sur l'oued Mautas. Le volume d'eau rejeté directement dans le milieu naturel est estimé à 3 000 m³/j (SCE, 2009). Le réseau est majoritairement gravitaire, il contient cinq stations de relevage, dont trois sont raccordées à la STEP (figure 4).

Le mode d'épuration des eaux usées est à boues activées à faible charge. Le volume journalier arrivant à la STEP est de l'ordre de 9 400 m³/j, la capacité nominale de la STEP est de 30 000 m³/j. La STEP est dimensionnée pour traiter 150 000 équivalents habitants.

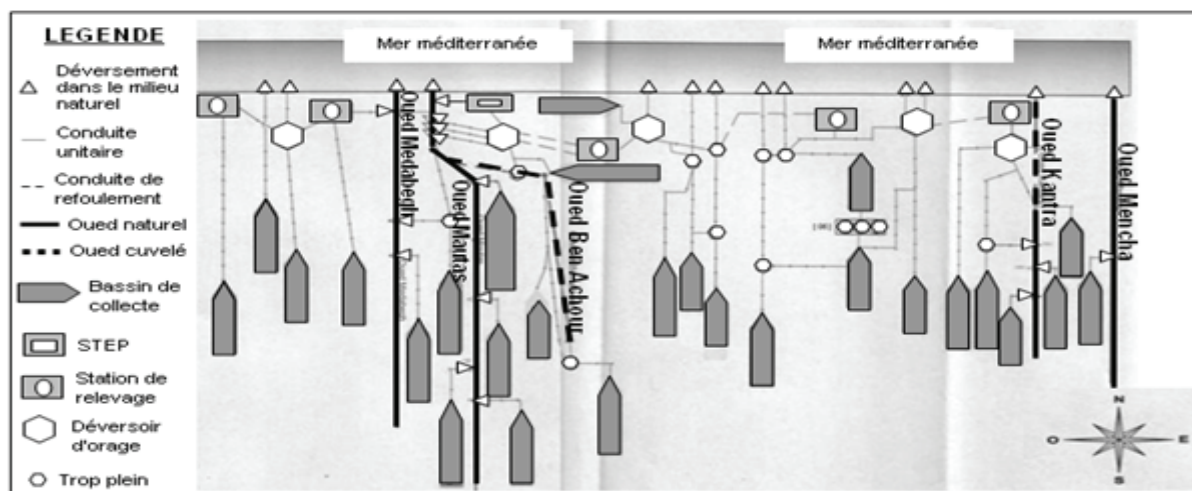


Fig.4 : Schéma synoptique du système d'assainissement de la ville de Jijel

4.2 Résultats obtenus

Les résultats obtenus découlent de l'application de l'outil réalisé selon l'organigramme de la figure 3. Les résultats des performances sont présentés pour les deux niveaux : indicateur et critère.

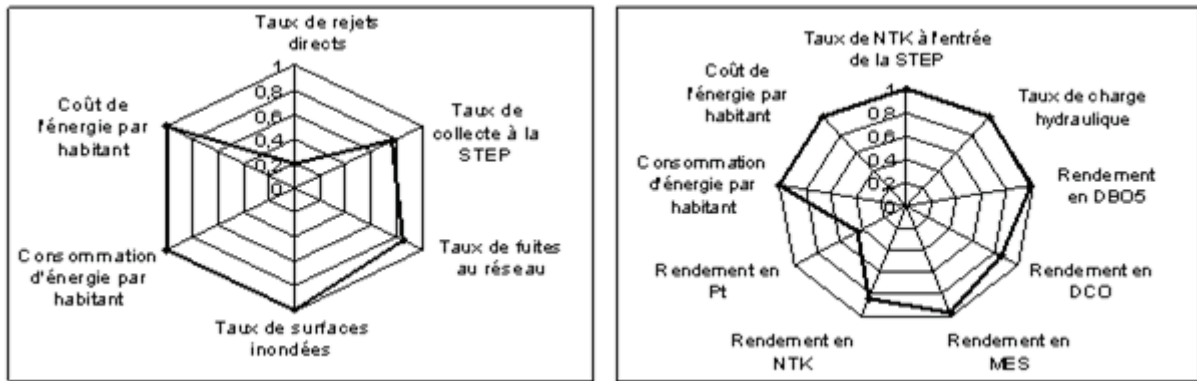
4.2.1 Résultats des performances par indicateur

4.2.1.1. Performance du réseau

Les indicateurs de fonctionnement du réseau d'assainissement sont considérés comme bons, sauf le taux de rejets directs dans le milieu naturel qui est considéré comme mauvais (figure 5-a). Ce résultat est confirmé par la mauvaise qualité des eaux constatée en amont des rejets de la STEP, provoquée par un grand nombre de rejets le long du réseau de collecte, essentiellement concentrés sur l'Oued 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 Mautas afin de collecter les rejets et de les transférer vers la STEP. Les valeurs de la consommation énergétique annuelle sont rapportées en tonnes équivalent pétrole (TEP) selon le facteur de conversion (Observatoire de l'énergie, 2003).

4.2.1.2. Performance de la STEP

D'après les résultats obtenus (figure 5-b), la station d'épuration possède un bon rendement épuratoire, avec une qualité de rejets qui respecte les normes imposées par la réglementation algérienne (RADP, 1993). Pour l'indicateur « rendement en phosphore total (Pt) », la performance est mauvaise. 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 de rejet. Les charges polluante et hydraulique mesurées à l'entrée de la STEP sont très faibles par rapport aux charges prises en compte pour le dimensionnement. Néanmoins, il faut rappeler qu'une trop faible charge en entrée de la STEP peut à long terme provoquer des dysfonctionnements des organes de traitement.



a) – Indicateurs liés au réseau

b) – Indicateurs liés à la STEP

Fig.5 : Performances par indicateur

4.2.1.3. Comparaison entre indicateurs mesuré et calculé

Les valeurs des indicateurs mesurés et ceux calculés théoriquement sont plus au moins rapprochées, sauf pour le taux de NTK admis à la STEP. La charge polluante en NTK calculée à partir des ratios de production de la pollution théorique (Observatoire de l'énergie, 2003) est plus importante que celle mesurée à l'entrée de la STEP de Jijel (figure 6). Ceci est dû au fait que la production réelle en NTK sur l'ensemble du réseau de Jijel est très différente de celle mesurée en raison de la grande différence entre les quantités produites et les quantités qui arrivent effectivement à la STEP (pertes en route dues aux rejets directs, etc.).

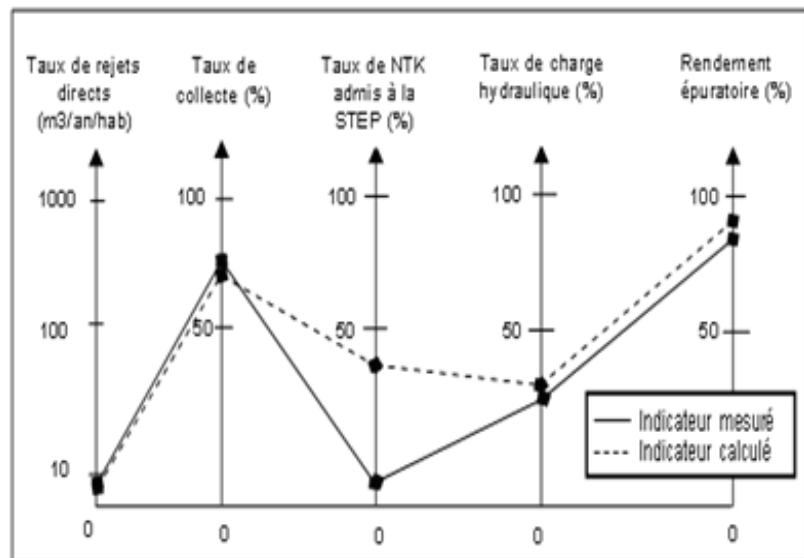


Fig.6 : Valeurs des indicateurs de performance

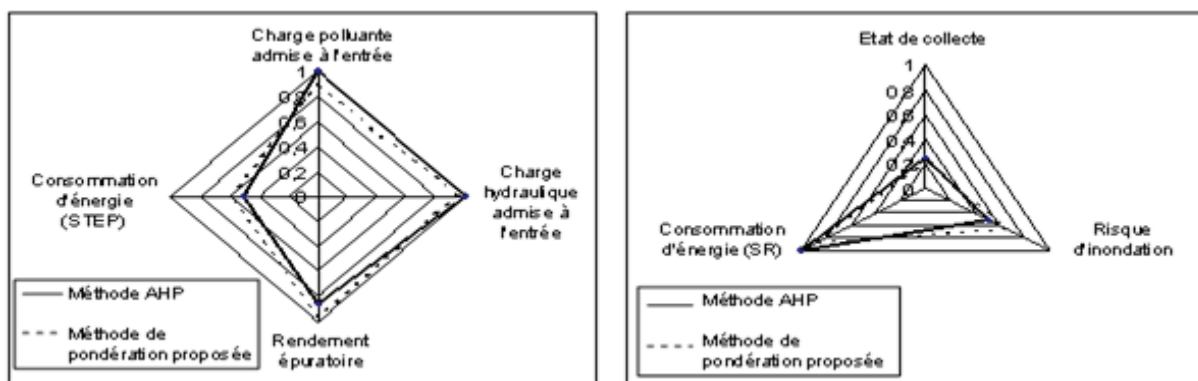
4.2.2 Résultats des performances par critère

La qualité du fonctionnement du réseau d'assainissement est médiocre (figure 7-a). Des améliorations restent à prévoir pour l'état de collecte et il faut réaménager les zones inondables qui se trouvent en pleine agglomération.

La qualité de fonctionnement de la station d'épuration est considérée comme acceptable (fig.7-b), mais le volume d'eaux usées traitées actuellement reste très inférieur à sa capacité nominale (SCE, 2009).

Les résultats obtenus révèlent que le choix entre les deux méthodes (§2.3.2.1 a. et b.) repose sur les modes de calcul des coefficients de pondération. Ces modes de calcul restent à développer dans les deux cas. 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.

Afin que les résultats obtenus soient facilement exploitables par le gestionnaire du système d'assainissement et que l'outil développé soit d'une grande souplesse, nous avons proposé d'offrir un prototype de tableau de bord pour le contrôle des performances des critères de l'ensemble du système à partir des résultats obtenus (figure 8).



a) – Critères liés à la STEP

b) – Critères liés au réseau

Fig.7 : Performances par critère

5. CONCLUSION

L'application de la méthodologie élaborée, 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 du système. Une des limites de la méthode est de baser les 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 pour chaque sous objectif, il faut agréger les performances des critères, ceci rend la perte d'information considérable lors du passage d'un niveau de performance à un autre.

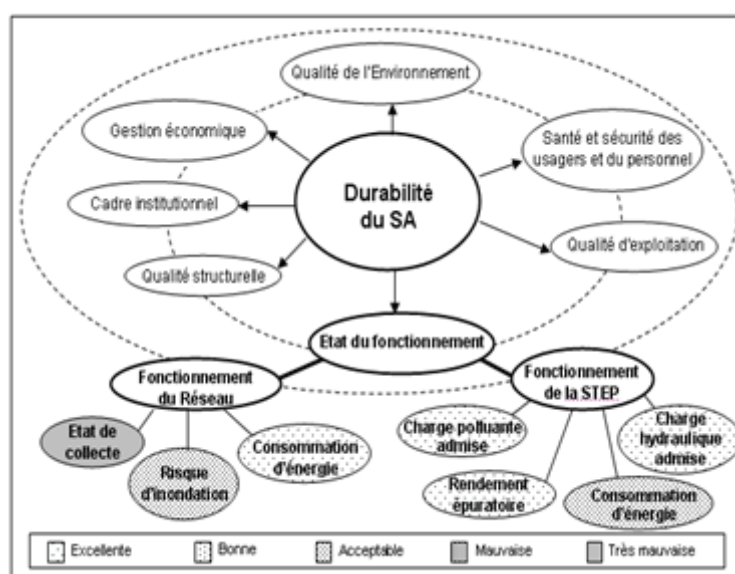


Fig.8 : Tableau de bord des performances par critère

La méthode 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.

La validation de la méthodologie 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.

Sur un plan plus fondamental, tout système d'aide à la décision nécessite une volonté forte des décideurs à le mettre en application. Seules la concertation et la négociation peuvent en effet permettre de choisir des indicateurs réalistes et applicables et de bâtir une méthode permettant de les utiliser pour aboutir à une décision raisonnée et satisfaisante. Nous espérons, en mettant à disposition des outils performants, pouvoir convaincre les décideurs de l'intérêt de les mettre en œuvre.

BIBLIOGRAPHIE

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.

CATE. (2004). *L'eau en Algérie : le grand défi de demain*, Avant-projet de rapport. CNES.

Cherqui F. (2005). *Méthodologie d'évaluation d'un projet d'aménagement durable d'un quartier : Méthode ADEQUA*. Thèse de Doctorat. Université de La Rochelle Pôle Sciences et Technologie. 202p.

- Cherrared, M., Chocat, B., Benzerra, A. (2007). *Problematic and feasibility of sustainable development of urban sewerage in Algeria*. 6th International Conference on Sustainable Techniques and Strategies in urban water management. Lyon – France, NOVATECH ; 25 - 28 June 2007.
- Chocat B., Ashley R., Marsalek J., Matos M.R., Rauch W., Schilling W. et Urbonas B. (2007). *Toward the Sustainable Management of Urban Storm-Water*. Indoor and Built Environment, 16 (3), pp 273-275.
- CNES (2005). *Rapport national sur le développement humain*. République Algérienne.
- Ellis J. B, Deutsch J.-C., Mouchel J.-M., Scholes L. and Revitt D. (2004). *Multi-Criteria Decision Approaches to Support Sustainable Drainage Options for the Treatment of Highway and Urban Runoff in the UK and France*. Science of the Total Environment. Volumes 334-335. Décembre. pp 251-260.
- Geerse J.M.U., Lobbrecht A.H. (2002). *Assessing the performance of urban drainage systems: 'general approach' applied to the city of Rotterdam*. Urban water 4. pp 199-209.
- Granger D., Cherqui F., Chocat B. (2008). *Sustainable management of wastewater systems: A method self-evolutive based on local dialogue and results' objectives*. 11th International Conference on Urban Drainage. Septembre. Edinburgh.
- Guérin-Schneider L. et Nakhla M. (2003). *Les indicateurs de performance : une évolution clef dans la gestion et la régulation des services d'eau et d'assainissement*. Edition Flux 52/53. pp 55-68.
- Harker, P. T., (1989). *The art and science of decision making: the analytic Hierarchy Process*. Springer-Verlag.
- Martin P., Turner B., Dell J., Payne J., Elliot C. et Reed B. (2001). *Sustainable Urban Drainage Systems: Best Practice Guide*. Construction Industry Research and Information Association, CIRIA, ISBN 9780860175230, 131p.
- Matos R., Cardoso A., Ashley R., Duarte, Molinari, A. et Schulz A. (2003). *Performance indicators for wastewater services*. Hardback. IWA Publishing. 192p.
- Observatoire de l'énergie, (2003). *L'énergie en France : Chiffres clés*. Paris, 2003.
- RADP, (1993). *Décret exécutif n° 93-163 du 10 juillet 1993*. JO de la République Algérienne du 14 juillet 1993, pp 10-11.
- R.N.D.E., (1998). *L'assainissement des grandes villes. Réseau National de Données sur l'Eau*. 27 p.
- Saaty T. L., (1996). *Multicriteria Decision Making: The Analytic Hierarchy Process*. Volume 1. RWS Publication Pittsburgh.
- Sahéli H. A., Christopher, A., Kennedy, B. (2005). *Developing sustainability criteria for urban infrastructure systems*. NRC Research Press, 72-85.
- SCE, (2009). *Etude de diagnostique et de réhabilitation du système d'assainissement de la ville de Jijel*. Rapport de la mission A : Pré-diagnostique du système.
- Shuping L., Chocat, B., Barraud, S., Siuqing, L. (2006). *Towards Sustainable Management of Urban Water Systems*. ISEIS Publication. Volume 4. pp 116-128.

DEFINITION DES SYMBOLES

- V_r : Volume annuel d'eaux usées rejetées directement dans le milieu récepteur (m^3/an)
 N_{hab} : Nombre total d'habitant raccordés au réseau (hab)
 V_{STEP} : Volume annuel d'eaux usées à l'entrée de la station d'épuration (m^3/an)
 V_{col} : Volume annuel théorique d'eaux usées collectées (m^3/an)
 N_{Fuite} : Nombre annuel de fuites (U/an)
 $L_{rés}$: Longueur totale du réseau (km)
 S_{inon} : Surface inondée (m^2)
 S_T : Surface totale du bassin versant (m^2)
 E : Energie annuelle totale consommée (KWh/an)
 V_{RS} : Volume annuel relevé (m^3/an)
 C : Coût annuel total de l'énergie (KDA/an)
 N_{hab} : Nombre d'habitant
 L_{SR} : Longueur totale du réseau en amont de la station de relevage (km)
 M_{NTK} : Charge polluante moyenne de NTK à l'entrée de la STEP (kg/j)
 $M_{NTK(n)}$: Charge polluante maximale de NTK (Kg/j)
 $V_{STEP(n)}$: Débit nominal (Kg/j).
 C_e, C_s : Concentration mesurée respectivement à l'entrée et à la sortie de la station d'épuration (mg/l)

DEFINITION DES ABREVIATIONS

- CNES : Conseil National Economique et Sociale
 CATE : Commission de l'Aménagement du Territoire et de l'Environnement
 RADP : République Algérienne Démocratique et Populaire
 SCE : Société de Conseil en Environnement
 PDAU : Plan du Développement et d'Aménagement Urbain