

REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE
MINISTRE DE L'ENSEIGNEMENT SUPERIEUR ET DE LA RECHERCHE
SCIENTIFIQUE

Université de Mohammed Sedik Ben Yahia – Jijel

Faculté Des sciences et de la Technologie



Département de Génie Civil et Hydraulique

Projet de fin d'étude

En vue de l'obtention du diplôme : **Master en hydraulique**

Option : Hydraulique Urbaine

Présenté par :

Boularouk Mohammed

Boussayoud Azzeddine

**Optimisation des interventions de curage pour
les collecteurs d'assainissement**

Dirigé par :

- Mr. Kessili Abdelhak

Soutenu publiquement le 22 / 07/ 2019 devant le jury composé de :

- Président : Ratiat Abdelkader

- Examineur : Ainas Belkacem

Promotion 2019

** Remerciements **

*Tout d'abord nous remercions **Allah** le tout puissant qui nous éclairé le bon chemin.*

*Nous tenons à remercier très vivement Notre encadreur **Kessili Abdelhak** qui est un potentiel infini pour les conseils avisés et l'encouragement constant.*

Nos vifs remerciements d'adressent aussi à toutes les promotions 2^{eme} année Master du département génie civil et hydraulique.

Nous associons nos remerciements à toute personne d'étant montré coopérant de près ou de loin à la réalisation de ce mémoire de fin d'études.

Ainsi qu'à tous les enseignants qui ont contribué à notre formation.

※ *Dédicaces* ※

Je dédie ce modeste travail à :

※ *Mes très chers parents ;*

※ *Mes frères ;*

※ *Toutes ma famille ;*

※ *Mes amies et collègues.*

Table des matières

Table des matières	i
Liste des tableaux	iv
Table des figures	vi
Introduction générale	2
1 Conception général de l'assainissement	3
1.1 Généralités	3
1.2 Définition de l'assainissement	4
1.3 Définition d'un réseau d'assainissement	4
1.4 Types d'assainissement	4
1.4.1 L'assainissement collectif	5
1.4.2 L'assainissement autonome	5
1.4.3 Système d'assainissement semi collectif	6
1.5 Divers systèmes d'évacuation des eaux usées et des eaux pluviales	7
1.5.1 Systèmes fondamentaux	7
1.6 Les éléments constitutifs de réseau d'égout	11
1.6.1 Les ouvrages principaux	11
1.6.2 Les ouvrages annexes	13
1.6.3 Les ouvrages spéciaux	14
1.7 Les causes de blocage de réseau d'assainissement	14
1.7.1 les causes accidentelle	15
1.7.2 Les causes structurelles	15
1.8 les solutions qui protègent le réseau d'assainissement	20
1.9 Le curage	20
1.9.1 Définition	20
1.9.2 Type de curage	21
2 Panorama des méthodes multicritère	22
2.1 Introduction	22
2.2 Les Méthodes D'aide à La Décision Multicritère (MADMC)	22

2.2.1	L'analyse multicritère	22
2.2.2	Aide à la décision	22
2.2.3	Les 4 niveaux du processus de décision selon	23
2.3	Méthodes de l'approche du critère unique de synthèse	23
2.3.1	Méthode AHP (Analytic Hierarchy Process)	23
2.3.2	Technique pour l'ordre de Préférence par similarité de Solution Idéale (TOPSIS)	24
2.3.3	La méthode MAVT : Multiple Attribute Value Theory	25
2.3.4	La méthode MAUT : Multiple Attribute Utility Theory	26
2.3.5	La méthode UTA : Utility Theory Additive	26
2.3.6	La méthode EVALuation of MIXedCriteria EVAMIX	27
2.4	Les méthodes de l'approche de surclassement de synthèse	28
2.4.1	La méthode PROMETHEE	28
2.4.2	La méthode Electre	29
2.4.3	La méthode MACBETH	32
2.5	Les méthodes d'optimisation mathématique (MOM)	33
2.5.1	Méthodes d'optimisation mathématique multicritère	33
2.6	Comparaison entre les méthodes d'aide à la décision multicritère et les méthodes d'optimisation mathématique multicritère	35
2.7	LES MÉTHODES ÉLÉMENTAIRES	36
2.7.1	La Cost-ratio Method	36
2.7.2	La méthode de la somme pondérée (the linear averaging method or weighted point method)	37
2.7.3	Méthode conjonctive	37
2.7.4	Méthode disjonctive	38
2.7.5	Méthode lexicographique	38
2.7.6	La méthode catégorique : (Categorical method)	39
2.7.7	Méthode du « Maxmin »	39
2.8	Conclusion	39
3	La méthode simple multi-attribute rating technique (SMRT) et critère	40
3.1	La méthode Simple Multi-Attribute Rating Technique SMART	40
3.1.1	Principe de la méthode	40
3.1.2	Les étapes	41
3.2	Les critère	41
3.3	Conclusion	44
4	Application de l outil à la gestion aux réseaux d assainissement de la ville de jijel	45
4.1	Présentation de la wilaya de Jijel	45

4.1.1	Situation	45
4.1.2	géographiques	46
4.2	Présentation de la ville de Jijel	46
4.2.1	Situation géographique	46
4.3	Présentation du système d'assainissement de la ville de Jijel	47
4.3.1	Données générales	47
4.3.2	La liste des principaux « points noirs » dans le réseau d'assainissement de la willaya de Jijel	48
4.4	Application de la méthode SMART	48
4.4.1	Premier Cas : Cas1	50
4.4.2	Détermination des seuils	55
4.4.3	Deuxième cas (Cas 2)	63
4.5	Conclusion	75
	Conclusion générale	76
	Annex	76
	Bibliographie	77

Liste des tableaux

1.1	Avantages et inconvénients des différents systèmes séparatif [9]	8
1.2	Avantages et inconvénients des différents systèmes Unitaire [9].	9
1.3	Avantages et inconvénients des différents systèmes Pseudo séparatif [9] : . .	10
2.1	Tableau comparatif des méthodes d'optimisation mathématique multicritère et des méthodes d'aide à la décision multicritère	36
3.1	Évaluation du critère d'inondation avec l'état de gravité (Le Gauffre et col,2004).	42
4.1	données des 6 conduites.	49
4.2	résume les quatre scénarios avec le classement des critères.	50
4.3	Notes des critères.	51
4.4	les valeurs des actions $U(cnd_i)$	54
4.5	les valeurs des actions $U(cnd_i)$	55
4.6	classification des conduites selon le scénario 2.	56
4.7	classification des conduites selon le scénario 3.	57
4.8	classification des conduites selon le scénario 4.	57
4.9	résume les quatre scénarios avec le classement des critères.	64
4.10	Classification des conduites selon le scénario 1.	64
4.11	Classification des conduites selon le scénario 2.	65
4.12	Classification des conduites selon le scénario 3.	66
4.13	Classification des conduites selon le scénario 4.	67

Table des figures

1.1	Les grandes étapes d'assainissements [2].	4
1.2	Types d'installation d'assainissement collectif [5].	5
1.3	Types d'installation d'assainissement autonome [5].	6
1.4	Schéma d'un réseau séparatif [8].	7
1.5	Schéma d'un réseau unitaire [8].	8
1.6	Schéma d'un réseau pseudo-séparatif [10].	9
1.7	Schéma d'un réseau mixte [10]	10
1.8	type des joints[14]	12
1.9	Exemple d'une infiltration à travers un Joint non étanche.	15
1.10	Exemple d'obstruction.	16
1.11	Exemple de blocage provoqué par la présence de racines.	17
1.12	Exemple d'un bas-fond.	18
1.13	Exemple d'une conduite Déformée.	19
4.1	Photo1 : situation de la willaya de Jijel Source : www.google-earth.com 28/03/2016	46
4.2	Photo 2 : situation géographique de la commune de Jijel Source : http:// :google.com/map Jijel. (Le 05/03/2016)	47
4.3	Photo 3 : plan de situation des bassins versants.(ONA)	48
4.4	Photo 4 : l'emplacement de six conduites. [ONA]	49
4.5	Photo 5 : Emplacement du réseau d'assainissement.	50
4.6	poids et critères	58
4.7	classement final des conduits.	59
4.8	conduite N° 1515.	59
4.9	les conduites N° 1121 ; 1564 ; 1590 ; 1537.	60
4.10	conduite N° 2176.	61
4.11	les conduites avec scénario 1.	61
4.12	les conduites avec scénario 2.	62
4.13	les conduites avec scénario 3.	62
4.14	les conduites avec scénario 4.	63
4.15	poids et critères.	67
4.16	classement final des conduites.	68

4.17 les conduites N° 1121 ; 1564 ; 1515 ; 1537.	69
4.18 la conduite N° 1590.	70
4.19 la conduite N° 2176.	70
4.20 les conduites avec scénario 1.	71
4.21 les conduites avec scénario 2.	71
4.22 les conduites avec scénario 3.	72
4.23 les conduites avec scénario 4.	72
4.24 la comparaison entre les deux cas pour scénario1.	73
4.25 la comparaison entre les deux cas pour scénario2.	74
4.26 la comparaison entre les deux cas pour scénario3.	74
4.27 la comparaison entre les deux cas pour scénario 4.	75

Liste des Abréviations

- A** : Age.
- AHP** : Processus d'analyse hiérarchique des procédés.
- Cnd** : Conduite.
- Cr** : Circulation.
- CP** : Compromise programming.
- Dim** : Diamètre de la conduite.
- D** : Diamètre.
- E** : Etats.
- GP** : Goal programming.
- I** : Pente.
- L** : Longueur.
- Me** : Matériau.
- MADMC** : Méthode d'aide à la décision multicritère.
- MAVT** : Multiple attribute value theory.
- MAUT** : Multiple attribute utility theory.
- MOM** : Méthode d'optimisation mathématique.
- MACBETH** : Measuring attractiveness by a categorical based evaluation technique.
- ONA** : L'office national de l'assainissement Algérienne.
- Pr** : Profondeur.
- PEHD** : Poly éthylène haute densité.
- PROMETHEE** : Préférence ranking organisation méthode for enrichment évaluation.
- STEP** : Station d'épuration.
- SCE** : Scénario.
- TOPSIS** : Technique for order by similarity to ideal solution.
- UTA** : Utility theory additive.
- VRD** : L'acronyme de voiries et réseaux divers.
- ξ : Contraint méthode.
- π : Poids de chaque critère.
- $(\cup_j(cnd_i))$: Evaluation des conduites sur chaque critère.

Introduction générale

L'eau est indispensable à la vie et à toute activité économique, il est utilisé pour des usages domestiques, agricoles ou industriels, et la partie rejetée est polluée, elle a un problème majeur, qui introduit des résultats nocifs sur la santé humaine.

Pour cela, l'assainissement est un élément très important du cycle de l'eau pour assurer la durabilité de l'environnement dans lequel nous vivons. En Algérie, l'assainissement a toujours fait partie des missions relevant du domaine de l'hydraulique et sa gestion est restée indissociable de celle de l'alimentation en eau potable.

Le blocage, fissuration et le vieillissement des conduites d'assainissement provoquent des graves problèmes dans l'environnement ce qui nous cause des maladies graves. Ce qui oblige les autorités de la wilaya de Jijel de faire une intervention pour éviter le pire des cas.

Afin de bien gérer le réseau d'assainissement de centre ville de la wilaya de Jijel, nous allons faire un diagnostic de réseau d'assainissement existants dans le but de connaître l'état des conduites afin de faire une intervention très efficace.

Pour cela, notre mémoire s'articule sur quatre chapitres fondamentaux :

- * **Dans le premier chapitre**, nous donnerons des généralités sur l'assainissement, en appuyant sur les types des réseaux et les matériaux utilisés en incluant aussi à quelques problèmes et solutions dans un réseau.
- * **Dans le deuxième chapitre**, on va parler aux méthodes d'analyse multicritère et leurs objectifs.
- * **Dans le troisième chapitre**, Nous essayons d'étudier une méthodologie pour la gestion et la réhabilitation des réseaux d'assainissement et proposer la méthode SMART qui permet de calculer le poids des critères et le classement finale des collecteurs.
- * **Dans le quatrième chapitre**, on entamera avec l'application de l'outil d'aide à la gestion aux réseaux d'assainissement de la ville de Jijel.

On finit de ce travail par une conclusion générale.

Conception général de l'assainissement

Introduction

Ce chapitre présente des généralités sur les réseaux d'assainissement à mettre votre disposition quelque élément et caractérisations sur les réseaux d'assainissement, les types des réseaux et les matériaux utilisées. Il contient aussi les éléments constitutifs de réseaux d'égout et les ouvrages principaux .

1.1 Généralités

Les systèmes urbains d'assainissement sont conçus pour deux types d'eaux «urbaines» :

- ✓ Les eaux usées : sont les eaux qui ont été fournies pour les besoins de substance, pour permettre d'assurer un niveau de vie pour satisfaire les besoins de l'industrie. Si après usage, ces eaux ne sont pas correctement recueillies, elles peuvent être à l'origine de pollutions et entraîner des risques pour la santé publique. Elles contiennent des matières dissoutes et des particules (de diamètre varié), provenant de sanitaires et de lavages divers, de processus industriels, et d'autres usages de l'eau.
- ✓ Les eaux pluviales : sont de l'eau de pluie (ou l'eau résultant de tout autre forme de précipitation) tombée sur une zone urbaine de bassin versant. Si ces eaux ne sont pas correctement drainées, elles peuvent provoquer des gênes, des dégâts, des inondations et d'autres risques sanitaires. Elles contiennent des polluants, provenant de la pluie, de l'air et de la surface du bassin versant.

Dans de nombreuses zones urbaines, l'assainissement est basé sur la construction d'un système de collecteurs : des conduites et des structures qui recueillent et évacuent l'eau. A l'opposé, les collectivités pauvres ou isolées ne disposent pas habituellement de système central d'assainissement. Les eaux usées y sont traitées localement (ou pas du tout) et les eaux pluviales sont drainées de façon naturelle vers le sol. Ce type de dispositif a existé tant que l'emprise de l'urbanisation reste limitée ; mais des réflexions récentes sur les pratiques durables d'assainissement encouragent le recours à des dispositions de drainage plus naturelles partout ou

cela est possible [1].

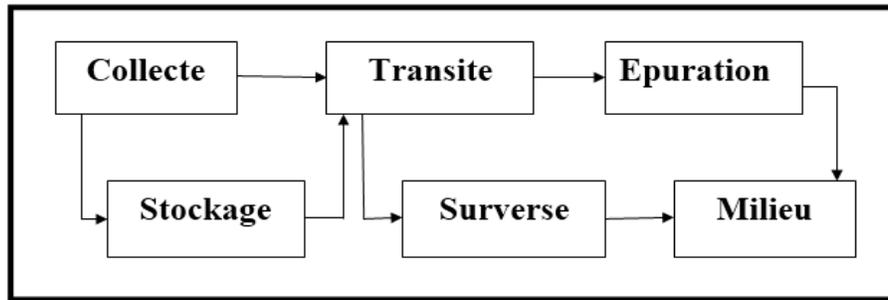


FIGURE 1.1 – Les grandes étapes d'assainissements [2].

1.2 Définition de l'assainissement

L'assainissement est un processus par lequel des personnes peuvent vivre dans un environnement plus sain. Il vise à :

- ✓ Assurer l'évacuation et le traitement des eaux usées et des excréta en minimisant les risques pour la santé.
- ✓ collecter et éliminer les déchets solides contribuant à maintenir un environnement salubre [3].

1.3 Définition d'un réseau d'assainissement

Les réseaux d'égout sont constitués d'un ensemble de composantes hydrauliques comprenant des conduites, des regards, des puisards, des stations de pompage, des bassins de rétention et de différents ouvrages de contrôle. Leur mission est la collecte et l'évacuation adéquate des eaux usées vers une station de traitement ou vers un lieu de déversement approprié [4].

Un réseau d'égout doit répondre, dans son fonctionnement, à deux objectifs :

- ✓ Éliminer les eaux usées domestiques et industrielles pour assurer l'hygiène publique ;
- ✓ Évacuer de façon adéquate les eaux pluviales pour éviter l'inondation, surtout en temps de pluie, et assurer par conséquent la sécurité des citoyens.

1.4 Types d'assainissement

Il existe deux types d'installations d'assainissement :

- ✓ L'assainissement collectif, avec raccord au tout-à-l'égout ;
- ✓ L'assainissement non collectif ou individuel (autrefois grâce à une fosse septique, aujourd'hui généralement avec une fosse toutes eaux).

Dans les deux cas, une redevance d'assainissement est appliquée [5].

1.4.1 L'assainissement collectif

L'établissement du réseau collectif d'assainissement d'une ville doit répondre à deux catégories de préoccupations à savoir :

- ✓ Le transit vers une station d'épuration des eaux usées domestiques et éventuellement des eaux industrielles ;
- ✓ L'évacuation des eaux pluviales de manière à empêcher la submersion des zones urbanisées et éviter toute stagnation dans les points bas après les averses.

L'écoulement de ces eaux peut se faire de manière gravitaire en utilisant les pentes naturelles ; cependant, dans des cas très rares, il peut être sous pression [6].

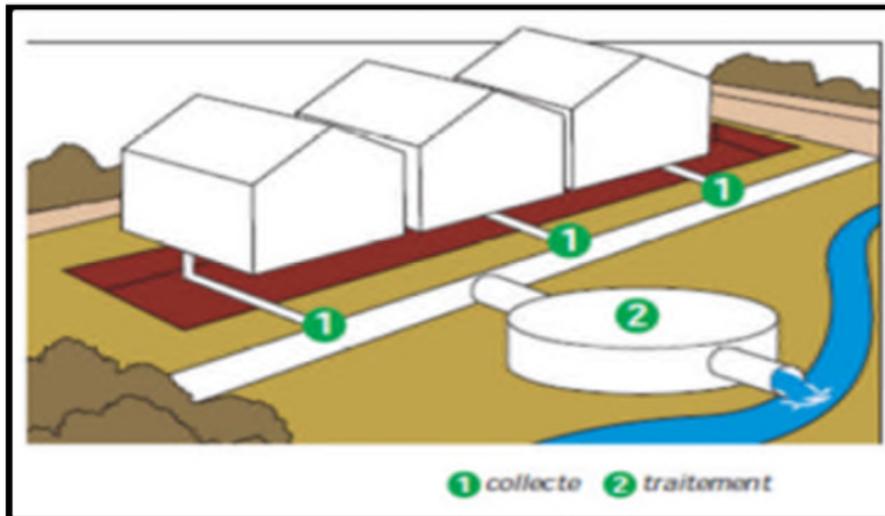


FIGURE 1.2 – Types d'installation d'assainissement collectif [5].

1.4.2 L'assainissement autonome

L'assainissement autonome ou individuel concerne les dispositifs à mettre en place dans la concession pour la collecte et le traitement des eaux usées domestiques en utilisant les caractéristiques épuratoires qu'offre le sol. Il a pour objet d'assurer l'épuration des eaux usées ainsi que leur évacuation, sous des modes compatibles avec les exigences de la santé publique et de l'environnement.

Un système d'assainissement autonome bien conçu est composé :

- D'ouvrages de collecte et d'épuration des eaux, gérés par les populations elles - mêmes dans le cas d'ouvrages privés et par la collectivité dans le cas d'édicules publics ;
- D'ouvrages de traitement des boues de vidange, gérés par la collectivité avec une participation des populations ;
- De matériels de transports des excréta des propriétés privées vers les dépositaires de boues de vidanges gérés par la collectivité avec une participation des populations et/ou par des privés agréés.

Le système autonome est proposé lorsque la faible densité de l'habitat rend trop coûteuse la mise en place de réseaux publics. En termes d'investissement, au-delà de 50m entre branchements, l'assainissement individuel est à retenir [6].

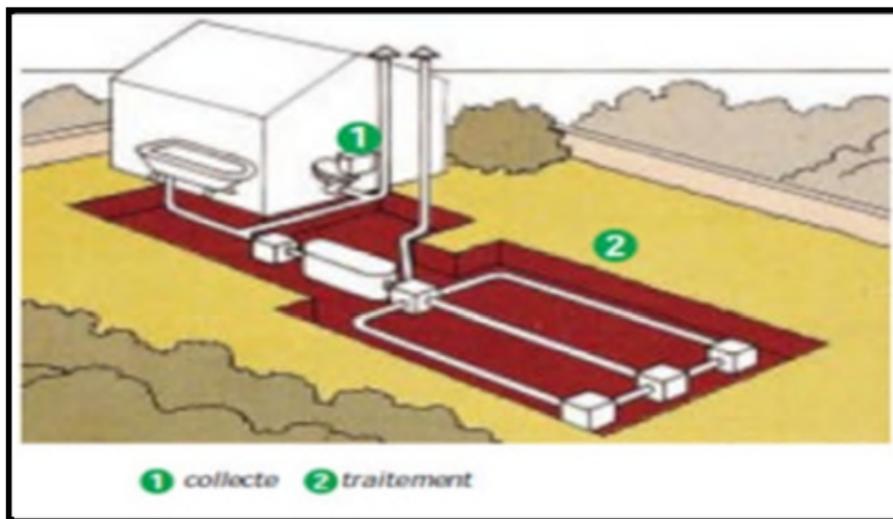


FIGURE 1.3 – Types d'installation d'assainissement autonome [5].

1.4.3 Système d'assainissement semi collectif

Le système d'assainissement semi collectif est intermédiaire entre le collectif et l'autonome. On l'appelle aussi réseau de petit diamètre (REPD) et il est constitué des parties suivantes :

- Des fosses intermédiaires (ou fosses d'interception) éliminent les matières flottantes et en suspension ;
- Un réseau de canalisations de petit diamètre qui capte toutes les eaux décantées et les achemine vers l'exutoire ;
- Un exutoire final qui peut être un réseau conventionnel ou une station d'épuration.

La présence des fosses septiques permet ainsi :

- D'utiliser des conduites de faible diamètre ;
- De changer de direction ou de pente sans regard en raison de l'utilisation de conduites en PVC ;
- D'incorporer des tronçons à pente faible, parfois nulle ou même inverse [6].

1.5 Divers systèmes d'évacuation des eaux usées et des eaux pluviales

1.5.1 Systèmes fondamentaux

Les réseaux correspondants sont à écoulement libre mais peuvent comporter certaines sections en charge. On distingue :

1.5.1.1 Système séparatif

Il consiste à réserver un réseau à l'évacuation des eaux usées domestiques et, sous certaines réserves, de certains effluents industriels alors que l'évacuation de toutes les eaux météoriques est assurée par un autre réseau [7].

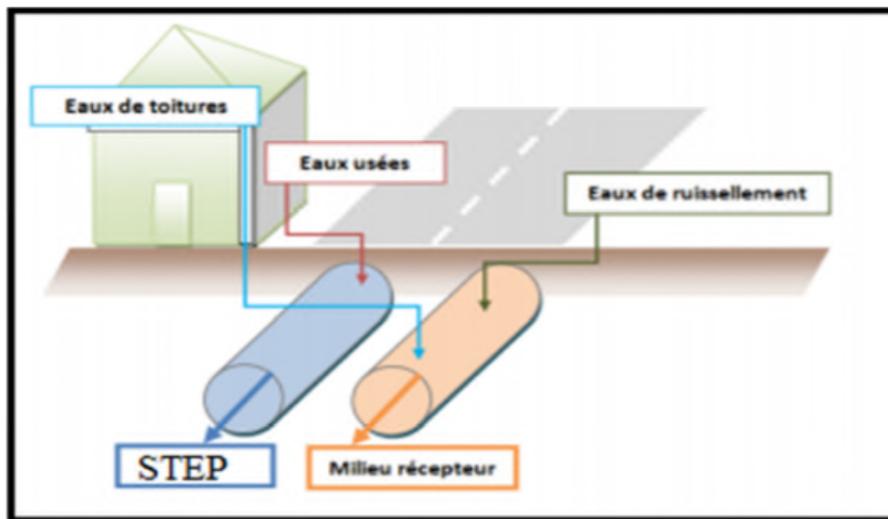


FIGURE 1.4 – Schéma d'un réseau séparatif [8].

Système	Domaine d'utilisation	Avantages	Inconvénients	Contraintes d'exploitation
Séparatif	-petites et moyennes agglomérations ; -extension des villes ; -faible débit d'étiage du cours d'eau récepteur.	-diminution des sections des collecteurs -exploitation plus facile de la STEP - meilleure naturel préservé	-encombrement important du sous-sol -coût d'investissement élevé -risque important d'erreur de branchement.	-Surveillance accrue des branchements -entretien d'un linéaire important de collecteurs (eaux usées et pluviales)

TABLE 1.1 – Avantages et inconvénients des différents systèmes séparatif [9] .

1.5.1.2 Système unitaire

L'ensemble des eaux usées et pluviales est assurée par un seul réseau généralement pourvu de déversoirs permettant en cas d'orage le rejet direct, par sur verse, d'une partie des eaux dans le milieu naturel [7].

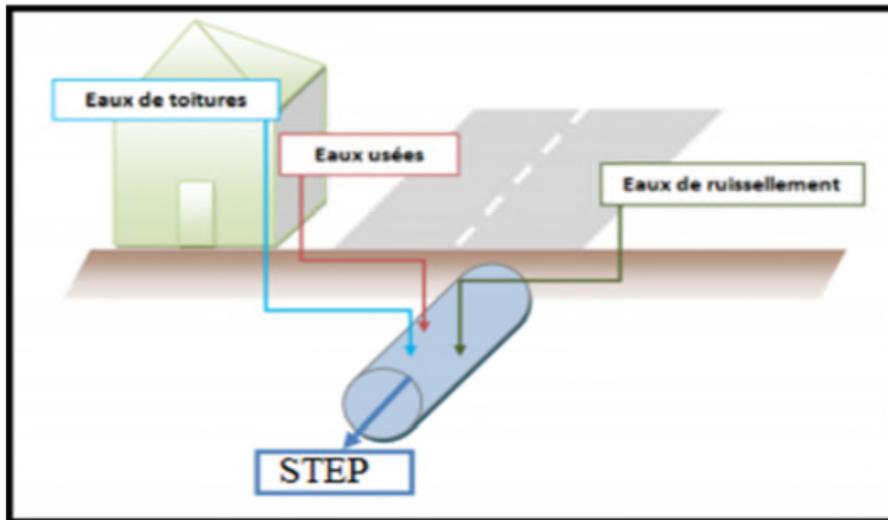


FIGURE 1.5 – Schéma d'un réseau unitaire [8].

Système	Domaine d'utilisation	Avantages	Inconvénients	Contraintes d'exploitation
Unitaire	<ul style="list-style-type: none"> -milieu récepteur éloigné des points de collecte; -topographie à faible relief; -débit d'étiage du cours d'eau récepteur important. 	<ul style="list-style-type: none"> -conception simple -encombrement réduit du sous sol - à priori économique -pas de risque d'inversion de branchement. 	<ul style="list-style-type: none"> -débit à la STEP très variable -la dilution des eaux usées est variable -apport de sable important à la station d'épuration; -rejet direct vers le milieu récepteur du mélange " eaux usées eaux pluviales " au droit des déversoirs d'orage. 	<ul style="list-style-type: none"> -entretien régulier des déversoirs d'orage et des bassins de stockage -difficulté d'évaluation des rejets directs vers le milieu récepteur.

TABLE 1.2 – Avantages et inconvénients des différents systèmes Unitaire [9].

1.5.1.3 Système pseudo-séparatif

L'usage a prévalu de désigner sous ce vocable des réseaux séparatifs où le réseau d'eaux usées peut recevoir certaines eaux pluviales provenant des propriétés riveraines[7].

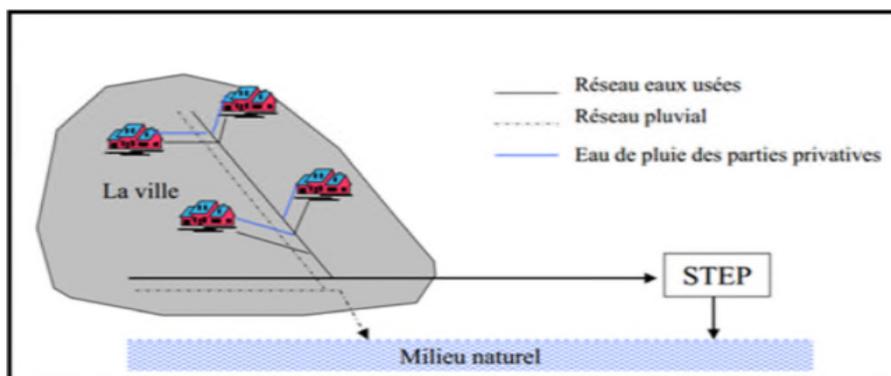


FIGURE 1.6 – Schéma d'un réseau pseudo-séparatif [10].

Système	Domaine d'utilisation	Avantages	Inconvénients	Contraintes d'exploitation
Pseudo séparatif	-petits et moyennes agglomération. -présence d'un milieu récepteur proche.	-Le problème des faux Branchements est éliminé. -Le plus gros des eaux pluviales étant acheminées en d'heur de la ville, ce qui nous donne des collecteurs traversant la ville de moindre dimension	-le fonctionnement de la station d'épuration est perturbé, la charge polluante est variable en qualité et en quantité	-Entretien régulier des déversoirs d'orage et des bassins de stockage ; -Surveillance accrue des branchements.

TABLE 1.3 – Avantages et inconvénients des différents systèmes Pseudo séparatif [9] :

1.5.1.4 Système mixte

On appelle communément système mixte un réseau constitué suivant les zones en partie en système unitaire et en partie en système séparatif [7].

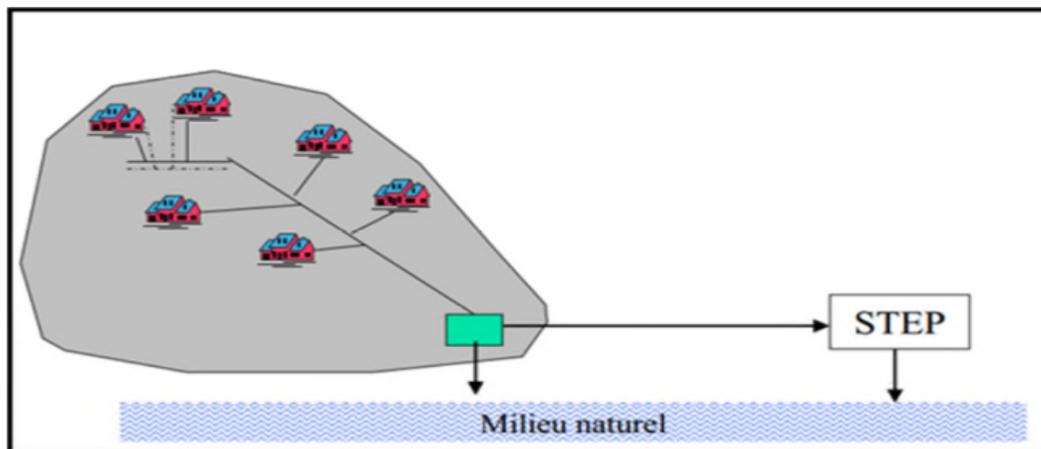


FIGURE 1.7 – Schéma d'un réseau mixte [10]

1.5.1.5 Système composite

C'est une variante du système séparatif qui prévoit, grâce à divers aménagements, une dérivation partielle des eaux les plus polluées du réseau pluvial vers le réseau d'eaux usées en vue de leur traitement [7].

1.5.1.6 Systèmes spéciaux

L'usage de ces systèmes n'est à envisager que dans les cas exceptionnels, On distingue :

- **Système sous pression sur la totalité du parcours** : Le réseau fonctionne en charge de façon permanente sur la totalité du parcours.
- **Système sous dépression** : Le transport de l'effluent s'effectue par mise des canalisations en dépression [7].

1.6 Les éléments constitutifs de réseau d'égout

1.6.1 Les ouvrages principaux

Les ouvrages principaux sont les ouvrages d'évacuation des effluents vers le point de rejet ou la station d'épuration ; ils comprennent les conduites et les joints.[11]

1.6.1.1 canalisations

Elles se présentent sous plusieurs formes, cylindriques préfabriquées en usine, et sont désignées par leurs diamètres intérieurs, dit diamètres nominaux exprimés en millimètre ; ou ovoïdes préfabriquées désignées par leur hauteur exprimée en centimètre.[12]

1.6.1.1.1 Type de canalisations Il existe plusieurs types de conduites qui sont différentes suivant leur matériau et leur destination :

- ✓ Conduites en béton non armé ;
- ✓ Conduites en béton armé ;
- ✓ Conduites en amiante-ciment ;
- ✓ Conduites en grés ;
- ✓ Conduites en chlorure de polyvinyle (p.v.c) non plastifié ;
- ✓ Conduites en PEHD [12].

1.6.1.1.2 Choix du type de canalisation Pour faire le choix des différents types de conduites on doit tenir compte :

- ✓ De la pente du terrain ;
- ✓ Des diamètres utilisés ;
- ✓ De la nature du sol traversé ;
- ✓ De la nature chimique des eaux usées transportées ;
- ✓ Des efforts extérieurs dus sur remblai [12].

1.6.1.2 Joints

a. Les joints des conduites en béton armé

choix judicieux des assemblages est lié à la qualité du joint. Ce dernier est fonction de la nature des eaux et de leur adaptation vis à vis de la stabilité du sol et, fonction de la nature des tuyaux et de leurs caractéristiques (diamètre, épaisseur).

Pour les tuyaux en béton armé on a différents types de joints à utiliser :

- ✓ Joint type Rocla ;
- ✓ Joint à demi-emboîtement ;
- ✓ Joint à collet.

On a autres types de joint : Joint torique, Joint plastique matière plastique [13].

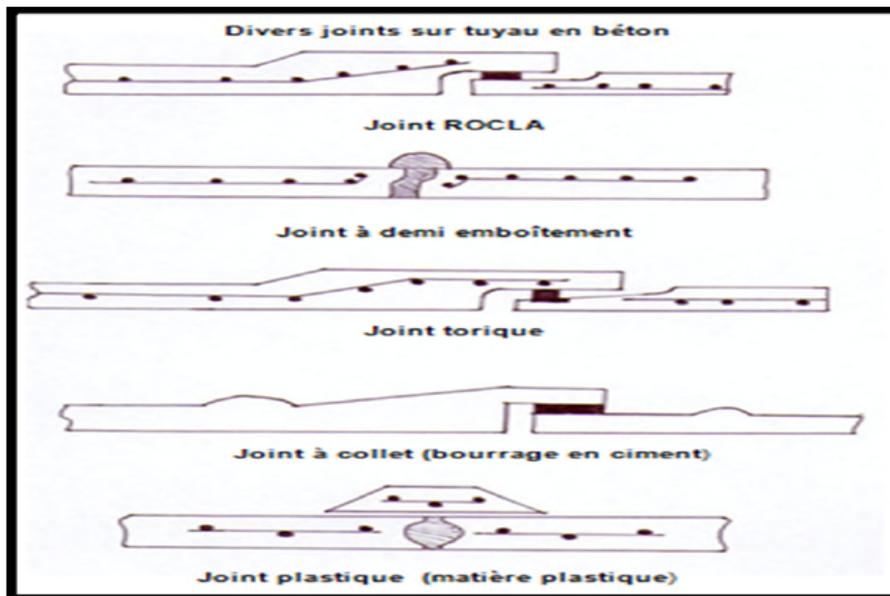


FIGURE 1.8 – type des joints[14]

1.6.2 Les ouvrages annexes

Les ouvrages annexes ont une importance considérable dans l'exploitation rationnelle des réseaux d'égout .Ils sont nombreux et obéissent à une hiérarchie de fonction très diversifiée : fonction de recette des effluents, de fenêtres ouvertes sur le réseau pour en faciliter l'entretien, du système en raison de leur rôle économique en agissant sur les sur dimensionnements et en permettant l'optimisation des coûts [14].

Les ouvrages annexes sont considérés selon deux groupes :

1.6.2.1 Les ouvrages normaux

Les ouvrages normaux sont les ouvrages courants indispensables en amont ou sur le cours des réseaux .Ils assurent généralement la fonction de recette des effluents ou d'accès au réseau [14].

1.6.2.2 Les branchements

Leur rôle est de collecter les eaux usées et les eaux pluviales d'immeubles. Un branchement comprend trois parties essentielles :

- Un regard de façade qui doit être disposé en bordure de la voie publique et au plus près de la façade de la propriété raccordée pour permettre un accès facile aux personnels chargés de l'exploitation et du contrôle du bon fonctionnement.
- Des canalisations de branchement qui sont de préférence raccordées suivant une oblique inclinée à 45° ou. 60° par rapport à l'axe général du réseau public.
- Les dispositifs de raccordement de la canalisation de branchement sont liés à la nature et aux dimensions du réseau public [14].

1.6.2.3 Les caniveaux

Les caniveaux sont destinés à la recueillie des eaux pluviales ruisselant sur le profil transversal de la chaussée et des trottoirs et au transport de ces eaux jusqu'aux bouches d'égout.[15]

1.6.2.4 Les fossés

Les fossés « étaient principalement destinés à la collecte des eaux provenant des chaussées en milieu rural qui, depuis peu, rentrent dans les dispositions dites « alternatives » à la solution par tuyau ; des ouvrages de transport à faible pente , soit des ouvrages de retenue, soit des ouvrages de stockage des eaux. Il faut procéder à une entretien périodique, afin de

les débarrasser des produits décaféinés qui peuvent s'y accumuler et provoquer, notamment, des odeurs de fermentation [16].

1.6.2.5 Les bouches d'égout

Les bouches d'égout sont destinées à collecter les eaux en surface (pluviales et de lavage des chaussées). Elles sont généralement disposées au point bas des caniveaux, soit sur le trottoir. Elles peuvent être classées selon deux critères : la manière de recueillir des eaux et la manière dont les déchets sont retenus [14].

1.6.2.6 Regards

Les regards sont en fait des fenêtres par lesquelles le personnel d'entretien pénètre pour assurer le service et la surveillance du réseau. Ce regard varie en fonction de l'encombrement et de la pente du terrain ainsi que du système d'évacuation [13].

- **Regard simple** : pour raccordement des collecteurs de mêmes diamètres ou de diamètres différents.
- **Regard latéral** : en cas d'encombrement du V.R.D ou collecteurs de diamètre important.
- **Regard double** : pour un système séparatif
- **Regard toboggan** : en cas d'exhaussement de remous
- **Regard de chute** : à forte pente.

1.6.3 Les ouvrages spéciaux

- ✓ Les déversoirs d'orage ;
- ✓ Dégrilleurs ;
- ✓ Les bassins de retenue d'eau pluviale ;
- ✓ Bassins de dessablement [17].

1.7 Les causes de blocage de réseau d'assainissement

L'installation d'une conduite peut avoir été déficiente à cause de mauvaises pratiques de construction ou de l'utilisation de méthodes inadéquates, compte tenu de l'environnement dans lequel la conduite a été installée.

Les causes de formation de dépôt dans un réseau peuvent être classées en deux types :

1.7.1 les causes accidentelle

Les causes accidentelles qui correspondent à l'introduction dans le réseau d'objets divers, lesquels peuvent faire obstacle à l'écoulement, directement au niveau du lieu d'entrée, ou plus à l'aval.

1.7.2 Les causes structurelles

La majorité des problèmes de blocage des réseaux d'assainissement résulte a des causes structurelles, les plus souvent sont :

1.7.2.1 Infiltration/exfiltration

l'infiltration et les eaux de captage peuvent causer une surcharge hydraulique dans les réseaux d'eaux usées. ils peuvent être des sources de dommages structuraux causés aux éléments constituant le réseau d'égouts . Ces problèmes ont tendance à croître avec le temps et le fait de reporter une intervention peut entraîner de sérieux problèmes tels que l'effondrement de certains tuyaux. Les vides créés dans le sol peuvent eux aussi causer des dommages aux infrastructures avoisinantes (aqueduc, routes, services publics). L'infiltration n'est pas nécessairement visible lors des inspections par temps sec ou en période de nappe basse. Il faut aussi noter qu'une absence d'infiltration n'indique pas nécessairement que l'égout n'a aucun défaut.



FIGURE 1.9 – Exemple d'une infiltration à travers un Joint non étanche.

La présence de joints non étanches peut entraîner de l'exfiltration. Dans le cas des conduites

gravitaires, l'exfiltration peut se produire, soit lorsque la partie endommagée se trouve dans la section mouillée de la conduite (radier) et audessus du niveau de la nappe phréatique, ou encore lorsqu'il y a surcharge dans la conduite et que la pression interne est supérieure à la pression externe. [18]

L'infiltration peut être causée par :

- ✓ un haut niveau de la nappe phréatique ou par une fuite de conduite d'eau située à proximité, combinée à la présence de joints ou de raccordements non étanches, de matériaux défectueux ou par la présence de défauts structuraux.
- ✓ Joints ou raccordements non étanches.

1.7.2.2 Obstructions

Les obstructions sont des objets ou des matériaux qui sont dans la conduite et qui limitent la circulation de l'eau en diminuant l'espace disponible; les structures comme les réducteurs ne font pas partie des obstructions. Les obstructions sont, par exemple, des dépôts durs (dépôts de longue date durcis), des objets intrusifs, des incrustations (calcaire) ou encore des objets véhiculés par les eaux (dépôts ou objets).



FIGURE 1.10 – Exemple d'obstruction.

Causes possibles

Les causes de ces défauts sont notamment des pentes trop faibles (à la conception), de mauvaises pratiques de construction (pas de nettoyage avant la mise en service, oubli

d'objets dans la conduite, etc.), un mauvais entretien, une mauvaise installation d'une garniture d'étanchéité, des pièces de conduite qui se sont détachées ou encore le résultat de l'infiltration. Elles peuvent aussi être dues à l'intervention d'un tiers ou à l'installation d'une infrastructure dont le profil croise celui de l'égout. [18]

1.7.2.3 Racines

Lorsqu'un égout est situé au-dessus de la nappe phréatique, il y a un risque que les racines des arbres à proximité soient attirées par l'eau qu'il véhicule. Les racines peuvent même pénétrer par les fissures très fines et il est peu probable qu'un égout qui a un petit défaut structural soit à l'abri de la pénétration des racines.

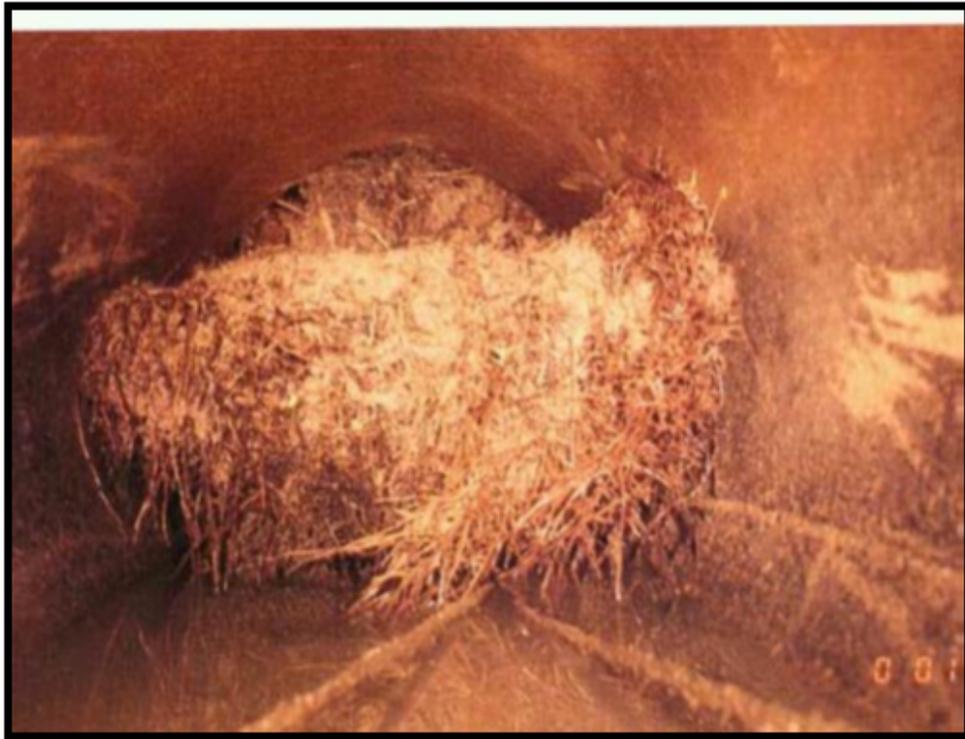


FIGURE 1.11 – Exemple de blocage provoqué par la présence de racines.

Causes possibles

Tout endroit de l'égout qui n'est pas étanche (joint, déficience) favorise l'intrusion de racines lorsque la nappe phréatique se situe au dessous du radier de la conduite. La présence de certaines essences d'arbres au-dessus des conduites augmente le risque d'intrusion .

1.7.2.4 Bas-fonds

Les bas-fonds sont détectables, soit lors d'une inspection télévisée conventionnelle ou lorsqu'ils sont la cause de refoulements d'égouts. Lorsque le niveau d'eau augmente

soudainement et ponctuellement sur une courte distance, il est fort probable qu'on se trouve devant un bas-fond. Les figures suivantes illustrent le phénomène.

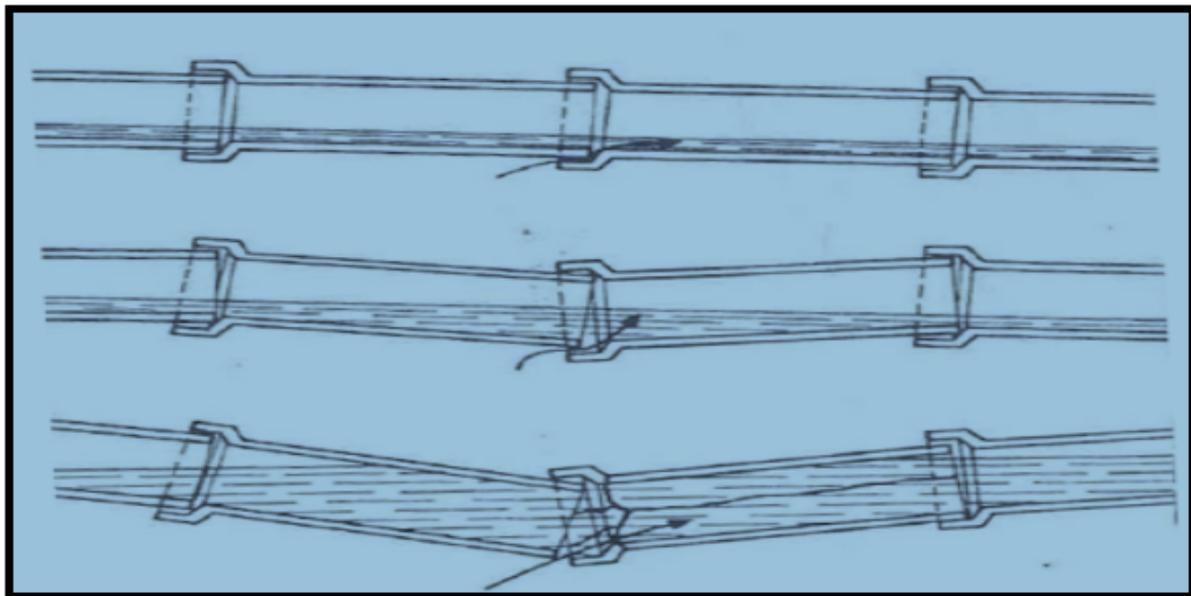


FIGURE 1.12 – Exemple d'un bas-fond.

Causes possibles

Parmi les causes possibles, on retrouve un joint ouvert ou une mauvaise connexion. Les défauts visibles sont un joint décalé et de l'infiltration. Par la suite, il y a de l'infiltration ou un cycle infiltration/exfiltration entraînant le lessivage désarticules.

On note une perte de support, la conduite bouge, les joints s'ouvrent davantage et il y a encore plus de lessivage. Les défauts visibles sont un joint ouvert et décalé, une perte d'alignement et de niveau ou de l'infiltration.

Cette problématique peut aussi être le symptôme d'une mauvaise installation ou d'un tassement différentiel du sol. [18]

1.7.2.5 Déformations

Une déformation de conduite se produit lorsque la conduite est fissurée et que le sol sur les côtés n'offre plus de support. La probabilité d'un effondrement final est élevée lorsque la déformation est supérieure à 10%. Cette étape finale peut arriver rapidement en réponse à une influence extérieure (surcharge en surface, surcharge hydraulique, excavation à proximité).



FIGURE 1.13 – Exemple d'une conduite Déformée.

Causes possibles

On retrouve deux situations pouvant expliquer les déformations de conduites :

- 1) À la mise en place : mauvais calculs des charges statiques, conduite défectueuse, pose de conduite inappropriée, mauvaise estimation des charges et des conditions de support, mauvaise assise ou enrobage, mauvaise compaction, effet de la température.
- 2) À la suite de fuites ou d'infiltrations, de l'usure mécanique ou de la corrosion[19].

1.7.2.6 Déviations en raison des joints décalés/ouverts/en angle

Dans le cadre de cet ouvrage, nous regroupons sous le terme « déviation » tous les changements de direction de la conduite sur les plans vertical, horizontal ou longitudinal qui sont une conséquence de défauts structuraux à la section de conduite tels que des joints décalés ou ouverts. Il est aussi possible que les déviations angulaires aux joints aient été faites intentionnellement lors de la construction afin de permettre de faibles changements de direction.

Causes possibles

Permet eux la mauvaise planification ou exécution des travaux, un manque d'étanchéité, des changements dans les charges appliquées, le résultat de l'infiltration/exfiltration, des tassements et les tassements différentiels entre la conduite et les regards (une charge de trafic sur le regard, des charges variables sur la surface, une mauvaise estimation du niveau de la nappe) [19].

1.8 les solutions qui protègent le réseau d'assainissement

Pour limiter l'ensablement et réduire ainsi le curage des canalisations plusieurs solutions sont mises en oeuvre :

- **Améliorer le système dès la conception** : Le premier point consiste à dimensionner les réseaux dès la conception pour être autocourants : le facteur limitant est la vitesse d'écoulement. Des tests sont menés dans le réseau parisien pour recouvrir certaines cunettes avec des matériaux glissants afin de réduire la rugosité des parois pour limiter les possibilités de formation de sables.

- **Améliorer l'existant** : Dans les réseaux existants l'une des solutions mises en place actuellement pour limiter l'ensablement consiste à provoquer la formation des dépôts dans des endroits déterminés, les bassins de dessablement, afin de pouvoir les extraire facilement. Ces bassins consistent en un approfondissement de la section de l'ouvrage ou de la cunette des collecteurs. Cet agrandissement de la section de l'écoulement provoque un ralentissement favorable à la déposition des matières en transit. Une autre méthode consiste à placer des réservoirs de chasse en tête ou au niveau haut d'une petite ligne. Ces réservoirs sont des réserves d'eau non potable libérées brutalement dans la cunette de l'égout et entraînant les déchets sur quelques dizaines de mètres. Des systèmes de vannes automatiques " Hydrass " sont aussi utilisés sur de petits collecteurs. En position fermée la vanne retient les eaux jusqu'à un seuil. Quand le seuil est atteint, la vanne bascule et libère la quantité d'eau stockée derrière la vanne pour assurer un nettoyage de l'aval par effet de chasse. Enfin, l'utilisation de bouches d'égout sélectives permet de retenir en surface les gros solides tels que des bouteilles, canettes, journaux et empêchent ainsi leur pénétration dans le réseau. Les bouches sont ensuite nettoyées avec le reste de la chaussée par le service d'entretien de la voirie.

Cependant ces solutions restent insuffisantes et on trouve des dépôts dans près de 90% du réseau d'assainissement. Ces dépôts ont des hauteurs variables allant de quelques centimètres à un mètre (collecteur "rempli" de dépôts).

1.9 Le curage

1.9.1 Définition

Le curage, c'est-à-dire l'enlèvement des matières sédimentées qui perturbent les bonnes conditions d'écoulement nécessite un programme d'intervention. Pour cela on va mettre à la disposition des gestionnaires des réseaux d'assainissement un outil permettant d'optimiser

des interventions de curage. Les équipes de l'ONA déploient d'importants efforts muni d'un programme quotidien d'intervention. Ainsi, le curage préventif est une intervention inscrite pour éviter tout éventuel débordement des eaux usées provoquant de ce fait une inondation.

1.9.2 Type de curage

L'office National de l'assainissement, à travers le réseau qu'il gère, déploie deux types de curage :

1.9.2.1 Le curage manuel

Le curage manuel est un procédé qui consiste à enlever les déchets stagnants manuellement dans les regards et autres ouvrages tels que la chambre à sable et le déversoir d'orage afin de protéger les canalisations et éviter le colmatage par les déchets des réseaux d'assainissement.

1.9.2.2 Le curage hydromécanique

Contrairement au curage manuel où seuls les agents interviennent, le curage hydromécanique nécessite le recours à une hydro-cureuse.

Doté d'un puissant jet d'eau, ce procédé permet d'entretenir et de déboucher les canalisations. Grâce à son efficacité, il remet en état de fonctionnement optimal les infrastructures de manière rapide, économique et respectueuse de l'environnement.

Bien que les déchets incrustés dans les canalisations soient difficiles à traiter, la force du jet d'eau sous-pression est infaillible. Le curage hydromécanique est utilisé exclusivement lorsque l'accès aux canalisations est impossible.

Les agents de l'ONA veillent à la fin de leur mission au devenir des déchets résultants du curage. Ils ne sont pas laissés sur place mais plutôt évacués vers les décharges publiques.

Conclusion

Dans ce chapitre, on a parlé d'une façon générale sur l'assainissement. Puis nous avons mis en évidence les divers systèmes d'évacuation des eaux et des eaux pluviales ensuite nous avons cité les éléments constitutifs du réseau d'égout, les ouvrages principaux aussi les ouvrages annexes. Sans oublier bien sûr les causes de blocage et de colmatage de réseau d'assainissement et les solutions qui le protègent.

Panorama des méthodes multicritère

2.1 Introduction

Le problème de conception d'une chaîne logistique est de nature multiobjectif (minimiser les coûts, minimiser les délais, augmenter le taux de service...). Il importe donc de synthétiser les approches multiobjectifs afin d'explicitier leur fonctionnement et saisir leur intérêt et leur différence.

Nous présentons donc, dans ce chapitre, un panorama des méthodes d'agrégation multicritère les plus utilisées pour la sélection d'un partenaire ou toute autre action ou alternative dans un problème. Nous expliquons les fondements de toute méthode, nous développons une procédure pour l'aide au choix d'une méthode de sélection.

2.2 Les Méthodes D'aide à La Décision Multicritère (MADMC)

2.2.1 L'analyse multicritère

Les méthodes de décision multicritère (MCDM) ont le potentiel de fournir une approche structurée, rationnelle, cohérente et objective de décision complexe des problèmes telle que la priorisation des projets de réhabilitation des conduites d'assainissement. Ainsi, il rend l'ensemble du processus de décision facile à comprendre [20].

2.2.2 Aide à la décision

L'aide à la décision a été définie par Roy 1992 comme étant un ensemble des techniques basées sur la représentation numérique telle que la pondération et la notation des différentes alternatives. Ces techniques permettant aux décideurs de vérifier et d'analyser rapidement les informations afin de pouvoir prendre la décision a priori la plus adaptée. [21]

L'analyse multicritère ou les méthodes d'aide à la décision multicritères désignent généralement un ensemble de méthodes permettant d'agréger plusieurs critères afin de choisir une ou plusieurs actions ou solutions. Vincke 1989 affirme qu'il n'existe pas, en

général, une solution -qui soit la meilleure pour tous les points de vue. [22]

2.2.3 Les 4 niveaux du processus de décision selon

Niveau 1 : Objet de la décision et esprit de la prescription ou de la participation.

Niveau 2 : Analyse des conséquences et élaboration des critères.

Niveau 3 : Modélisation des préférences globales et approches opérationnelles pour l'agrégation des performances.

Niveau 4 : Procédures d'investigation et élaboration de la prescription [23].

2.3 Méthodes de l'approche du critère unique de synthèse

2.3.1 Méthode AHP (Analytic Hierarchy Process)

la méthode AHP est simple dans son principe et dans son application. Cette simplicité explique le nombre important de travaux scientifiques où la méthode AHP a été utilisée avec succès. Elle procède par combinaisons deux à deux des éléments de chaque niveau hiérarchique par rapport aux éléments du niveau supérieur.

La méthode AHP est utilisée avec succès dans de nombreux domaines, dont celui de la décision multicritères. la méthode commence par la définition de l'objectif principal à atteindre ou la décision à prendre, à partir de là, elle décompose cet objectif en une structure hiérarchique de critères et de sous critères d'évaluation. dans le dernier niveau hiérarchique nous retrouvons les candidats à évaluer (les alternatifs) [24].

2.3.1.1 Différentes étapes de la méthode AHP

Nous allons développer dans cette section les différentes étapes de la méthode AHP.

- **Etape 1** : Décomposer le problème en une structure hiérarchique Au début de la méthode, définissons une arborescence hiérarchique des critères, des sous critères et des alternatifs. Chaque élément de cette hiérarchie doit être défini :

- Définir l'objectif (niveau 0).

- Définir les critères de décision ou de jugement (niveau 1).

- Le dernier niveau de la hiérarchie comprendra les différents alternatifs, choisies au préalable (niveau 2).

- **Etape 2** : Effectuer les combinaisons binaires niveau par niveau Comparer l'importance relative de tous les éléments appartenant à un même niveau de la hiérarchie deux par deux, par rapport à l'élément du niveau supérieur.

Les matrices de comparaison ainsi obtenues auront la propriété suivante : $a_{ij} = 1/a_{ji}$

$a_{ii} = 1$ et $a_{ji} = 1/a_{ij}$

• **Etape 3** : Déterminer les priorités - Calculer l'importance relative de chacun des éléments de la hiérarchie à partir des évaluations obtenues de l'étape 2 .

- La détermination des priorités des éléments de chaque matrice se fait par la résolution du problème de vecteur propre.

• **Etape 4** : Synthétiser les priorités Une fois que les priorités pour tous les critères figurant dans la hiérarchie ont été déterminées, le poids de chaque alternatif est calculé et un classement des alternatifs est réalisé. [24]

2.3.1.2 Avantages de la méthode AHP

Les avantages de cette méthode sont :

- Cette méthode la seule qui permettant à vérifier la cohérence des relations d'importance entre les critères.
- Unités de mesures : qualitatives et quantitatives, valeurs relatives ou absolues pour établir des priorités.
- Structure hiérarchique : trie des éléments d'un système dans différents niveaux et dans des groupes à caractéristiques similaires.
- La possibilité d'ajouter ou d'éliminer des critères .
- Les critères peuvent avoir des importances variables.

2.3.1.3 Inconvénients de la méthode AHP

Les inconvénients de la méthode AHP sont :

- Le nombre de comparaisons augmente plus rapidement que le nombre de critères.
- Le choix d'échelle de 1 à 9 n'est pas justifié mathématiquement. [25]

2.3.2 Technique pour l'ordre de Préférence par similarité de Solution Idéale (TOPSIS)

La méthode TOPSIS est proposée par Yoon et Hwang, 1981. L'objectif de cette méthode est de choisir une alternative, parmi un ensemble d'alternatives, qui a d'une part, la plus courte distance à l'alternative idéale (la meilleure alternative sur tous les critères), et, d'autre part, qui a la plus grande distance à l'alternative négative idéale (celle qui dégrade tous les critères). Pour cela, la méthode TOPSIS vise, dans un premier temps, à réduire le nombre de scénarios de désambiguïsation en écartant les scénarios dominés et, en deuxième temps, à classer les scénarios efficaces selon leurs scores globaux calculés. [26]

2.3.2.1 Les étape de TOPSIS

- **Étape 1** : Normaliser les performances.
- **Étape 2** : Calculer le produit des performances normalisées par les coefficients d'importance relative des attributs.
- **Étape 3** : Déterminer les profils idéal et anti-idéal.
- **Étape 4** : Calculer la distance euclidienne par rapport aux profils idéal et anti-idéal.
- **Étape 5** : Calculer un coefficient de mesure du rapprochement au profil idéal.
- **Étape 6** : Ranger les actions en fonction des valeurs décroissantes.

La méthode TOPSIS permet d'ordonner les actions. Son grand apport est l'introduction des notions d'idéal et d'anti-idéal. Elle est facile à appliquer. En outre, elle est sensible à la volonté du décideur.

Toutefois, certaines limites caractérisent cette méthode : les attributs doivent être de nature cardinale, les préférences sont fixées a priori. Par ailleurs, si toutes les actions sont mauvaises, la méthode propose la meilleure action parmi les mauvaises.

La méthode TOPSIS est partiellement compensatoire.[27]

2.3.3 La méthode MAVT : Multiple Attribute Value Theory

2.3.3.1 Principe de la méthode

La méthode MAVT repose sur l'idée fondamentale suivante : tout décideur essaie inconsciemment (ou implicitement) de maximiser une fonction $V = V[g_1, \dots, g_n]$ qui agrège tous les attributs. La particularité de la méthode MAVT réside dans l'idée de construction d'une fonction de valeur partielle pour chaque attribut.

La meilleure action sur un attribut aura une valeur partielle (par rapport à l'attribut étudié) égale à 1 et la pire des actions aura une valeur partielle égale 0. En posant des questions au décideur, nous construisons les fonctions de valeur partielle. Nous construisons ensuite, et ce en fonction des caractéristiques des préférences du décideur, la fonction de valeur V .

La méthode MAVT s'applique dans un contexte caractérisé par un ensemble d'actions explicite, une articulation a priori des préférences et un univers déterministe (les évaluations des actions par rapport à chaque attribut sont certaines)[28].

2.3.3.2 Les étape de la méthode

- **Étape 1** : Évaluer chacune des actions selon chaque critère (construire la matrice de décision : tableau multicritère).
- **Étape 2** : Construire des fonctions de valeur partielle pour chaque critère (traduire le tableau multicritère en utilisant les valeurs). Une synthèse des plusieurs méthodes de construction des fonctions de valeur partielle a été présentée dans .
- **Étape 3** : Établir les poids des critères.

- **Etape 4** : Calculer l'évaluation globale pour chaque action en utilisant une forme d'agrégation appropriée.
- **Etape 5** : Déterminer la meilleure action.
- **Etape 6** : Faire des analyses de sensibilité[29].

La méthode MAVT est une procédure très exigeante de point de vue informationnel.

Par ailleurs, la construction des fonctions de valeur n'est pas toujours une tâche évidente.

La méthode MAVT exige une articulation a-priori des préférences, et une évaluation des actions sur des échelles cardinales (on utilise les loteries pour déterminer les fonctions de valeur)[30].

2.3.4 La méthode MAUT : Multiple Attribute Utility Theory

2.3.4.1 Principe de la méthode

La méthode MAUT repose sur la même idée que la méthode MAVT. En revanche, elle s'applique dans le cas où les évaluations des actions par rapport aux attributs sont imprégnées d'incertitude (aléatoire). A ce moment, on parle de fonction d'utilité et non plus de fonction de valeur.

La méthode MAUT s'applique alors dans un contexte caractérisé par un ensemble d'actions explicite (fini), une articulation a priori des préférences, et un univers incertain (les évaluations des actions par rapport à chaque attribut sont incertaines).[30]

2.3.4.2 Les étapes de la méthode

La méthode MAUT exige les mêmes étapes que la méthode MAVT. la méthode MAUT est très exigeante d'un point de vue informationnel. Les fonctions d'utilité sont difficiles à concevoir. En outre, MAUT exige plusieurs vérifications telles que l'indépendance mutuelle au sens de l'utilité.

2.3.5 La méthode UTA : Utility Theory Additive

2.3.5.1 Principe de la méthode

Cette méthode se base sur l'idée suivante : nous supposons que le décideur connaît bien un sous ensemble d'actions A' ($A' \subset A$). Nous cherchons à estimer la fonction d'utilité (ayant une forme additive) en s'approchant le plus possible des jugements portés par le décideur sur le sous-ensemble A' . Pour ce faire, on sélectionne un sous-ensemble A' ($A' \subset A$) d'actions que le décideur connaît bien et on demande ensuite au décideur de :

- ✓ Classer les actions de A' .
- ✓ Donner les critères significatifs 1,2,..j,..n.

✓ Donner les évaluations des actions de A' par rapport aux critères $1, 2, \dots, j, \dots, n$ (matrice des jugements).

On procède après à un ajustement appelé « régression ordinale » : cette étape consiste à déterminer la fonction d'utilité totale qui colle le mieux avec les données (classement des actions et la matrice des jugements) [31].

2.3.5.2 Les étape de la méthode

- **Étape 1** : Déterminer les évaluations extrêmes.
- **Étape 2** : Écrire la contrainte de normalisation des poids .
- **Étape 3** : Diviser , l'intervalle des évaluation extrêmes en intervalles notés .
- **Étape 4** : Appliquer la transformation .Ce qui revient à dire que les fonctions d'utilité partielle sont monotones.
- **Étape 5** : Déterminer les valeurs $u_j(e_j)$, on effectue des interpolations linéaires entre ces points.
- **Étape 6** : Formuler le problème sous la forme d'un programme linéaire.
- **Étape 7** : Résoudre le programme linéaire.

La méthode UTA utilise la même base axiomatique que la méthode MAUT. Toutefois, elle ne cherche pas à fixer directement les fonctions d'utilité partielles comme dans MAUT.

Dans UTA, les fonctions d'utilité partielles découlent toutes à la fois de la préférence globale exprimée par le décideur.

On assiste donc à une sorte de désagrégation de la fonction d'utilité totale en des utilités partielles. La méthode UTA exige des données cardinales, une articulation a-priori des préférences, une famille de vrai-critères. Par ailleurs, UTA exige l'indépendance au sens des préférences. UTA est un méthode compensatoire[31].

2.3.6 La méthode EVALuation of MIXedCriteria EVAMIX

2.3.6.1 Principe de la méthode

La méthode EVAMIX traite les évaluations ordinales et cardinales. Afin d'évaluer une action par rapport à une autre, on calcule deux indices de dominance, le premier pour les évaluations ordinales et le second pour les évaluations cardinales. Ces deux indices sont par la suite normalisés puis combinés pour donner une mesure globale de la dominance. Enfin, un score global par action est calculé, ce qui permettra de classer les actions. [32]

2.3.6.2 Les étapes de la méthode

- **Étape 1** : Calculer les indices de dominance.
- **Étape 2** : Normaliser les indices.
- **Étape 3** : Calculer la dominance globale. C'est la somme pondérée des indices de dominance normalisés.
- **Étape 4** : Calculer le score global.

La méthode EVAMIX est facile à mettre en oeuvre. Par ailleurs, elle a l'avantage de traiter les évaluations ordinales et cardinales. La méthode EVAMIX exige une articulation a-priori des préférences, EVAMIX est une méthode partiellement compensatoire.

2.4 Les méthodes de l'approche de surclassement de synthèse

2.4.1 La méthode PROMETHEE

La méthode PROMETHEE (Preference Ranking Organisation Méthode for Enrichement Evaluation) a été proposée pour la première fois en 1982 par Jean Pierre Brans. Elle fait partie de la famille des méthodes de surclassement value, pour lequel deux traitements mathématiques particuliers sont proposés : le premier permet de ranger les actions en un préordre partiel et qui mène à l'incomparabilité (méthode PROMETHEE I), le second permet de ranger les actions potentielles selon un préordre total (méthode PROMETHEE II).

2.4.1.1 Le principe de la méthode PROMETHEE

Le principe de cette méthode consiste à établir un processus de comparaison numérique de chaque action par rapport à toutes les autres actions. Ainsi il est possible de calculer le plus (mérite) ou le moins (démérite) de chaque action par rapport à toutes les autres. Le résultat de cette comparaison permet le classement ordonné des actions)[33].

2.4.1.2 Les trois phases de la méthode PROMETHEE

La mise en oeuvre de la méthode peut être ramenée à l'exécution des trois étapes suivantes :

1-Choix de critère généralisés

A chaque critère C_1, C_2, \dots, C_n sera associé un critère généralisé choisi sur base d'une fonction de préférence.

2-Détermination d'une relation de surclassement Dans une deuxième phase, il convient de déterminer une relation de surclassement par le biais d'un indice de préférence

(par exemple l'écart maximum entre 2 action) qui quantifiera les préférence du décideur .

3-Evaluation des préférences L'évaluation de la préférence du décideur par la prise en compte des flux entrant et sortant[34].

2.4.1.3 Avantages de la méthode PROMETHEE

- L'introduction de six fonctions de préférence différentes dans un seul et même processus ; il s'agit d'une extension de critère mais de façon bien formalisée.
- Cette méthode est parvenue à intégrer de façon simple les développements récents dans la modélisation des préférences.
- PROMETHEE, quoique dépourvue d'une base mathématique, a essayé de combler ce manque en procédant par la systématisation de la fonction de préférence. En effet, le décideur, ayant à choisir la forme de la fonction de préférence parmi six formes, se sentirait plutôt rassuré.
- La simplicité de PROMETHEE la place sur une bonne position pour être utilisée si on cherche à ranger des actions potentielles.

2.4.1.4 Inconvénients de la méthode PROMETHEE

- En tant que méthode de sur classement de type rangement, PROMETHEE permet de ranger les actions mais ne permet pas de rendre compte des différences quantitatives relatives à ces actions.
- Le fait de prendre des seuils d'indifférence et de préférence constants peut être considéré comme une restriction.

La méthode PROMETHEE manque de fondements théoriques qui permettraient d'introduire les poids des critères [25].

2.4.2 La méthode Electre

Cette méthode est basées sur des comparaisons d'actions deux à deux. Celles-ci demandent peu d'information pour pouvoir être implémentée, de plus cette information est facilement accessible au décideur, elle fournit donc des résultats solides [35].

2.4.2.1 La méthode Electre I

Relève de la problématique de choix ($P\alpha$). Sa manière d'établir le surclassement d'une action par rapport à une autre repose sur :

1- une condition de concordance : condition imposant qu'une majorité des critères se dégagent en faveur de l'action surclassant.

2- une condition de non-discordance : condition imposant qu'il n'existe pas une trop forte pression, dans un des critères de la minorité, en faveur du surclassement inverse.

La méthode Electre I vise à obtenir une partition de A en deux sous-ensembles N et A . N est appelé le noyau du graphe de surclassement : c'est le siège des actions non surclassées. la meilleure action est contenue dans N .

2.4.2.1.1 Les avantages de La méthode Electre I Elle a l'avantage d'introduire la notion de noyau qui permet de restreindre le domaine de l'étude pour s'intéresser uniquement aux meilleures actions.

Toutefois, la méthode Electre I exige de traduire les performances des actions en notes, ce qui suscite une gêne chez certains utilisateurs qui y voient une perte de maîtrise de leurs données [36].

2.4.2.2 La méthode Electre II

Elle relève de la problématique de rangement ($P\gamma$) : elle vise à ranger les actions de la meilleure à la moins bonne.

Cette méthode utilise le même indice de concordance qu'Electre I. Toutefois, on associe trois seuils à cet indice ($0.5 < c_3 < c_2 < c_1 \leq 1$). L'indice de discordance ne change pas non plus dans sa définition (Electre I), mais on le calcule pour chaque critère discordant, et on lui donne 2 seuils (2 seuils par critère : $0 < dj_1 < dj_2 < E_j$).

La méthode Electre II introduit une nouveauté fondamentale : elle permet de distinguer des surclassements forts et des surclassements faibles [37].

2.4.2.2.1 les avantages La méthode Electre II Demeure parmi les plus connues et les plus utilisées des méthodes Electre.

Dans certains cas, il s'avère difficile de déterminer le préordre partiel P car les rangs des actions bougent beaucoup entre le classement direct et le classement inverse. Dans ces circonstances, il vaut mieux revoir les seuils.

La méthode Electre II exige des évaluations cardinales et une articulation a priori des préférences. Electre II est une méthode partiellement compensatoire [38].

2.4.2.3 La méthode Electre III

Elle relève de la problématique de rangement ($P\gamma$). Son originalité réside dans le caractère flou de la relation de surclassement. Pour chaque couple d'actions (a_i, a_k) , on détermine un degré de crédibilité du surclassement $S(a_i, a_k)$. Ce degré est compris entre 0

et 1 et il est d'autant plus grand que la solidité du surclassement de a_i sur a_k est importante. Elle se distingue des méthodes Electre I et II par l'exploitation de pseudo-critères : on peut alors se trouver dans une situation d'indifférence, de préférence faible ou de préférence stricte lors de la comparaison des écarts de préférence de deux actions selon un critère. [39]

2.4.2.3.1 Les avantages de La méthode Electre III La méthode Electre III est beaucoup plus sophistiquée que Electre II : elle exige un grand nombre de paramètres techniques.

Electre III a le mérite d'intégrer des pseudo-critères, ce qui est plus proche du raisonnement humain. Cette manière de modéliser les préférences a exigé d'utiliser le flou dans la méthode. Electre III a été jugée trop complexe et parfois difficile à interpréter [40].

2.4.2.4 La méthode Electre IV

La méthode Electre IV relève de la problématique de rangement ($P\gamma$). Elle se caractérise par l'abandon des critères (on n'a pas besoin d'introduire des pondérations pour les critères). Elle se base sur une famille de pseudo-critères ; ainsi, des seuils et des surclassements flous (Pour chaque critère j , on définit le seuil d'indifférence q_j , le seuil de préférence p_j et le seuil de veto v_j).

Dans Electre IV, on évalue chaque paire d'actions selon chaque critère sans avoir à déterminer un indice de concordance ou un indice de discordance [41].

2.4.2.4.1 Les avantages de la méthode ELECTRE IV Dans certains problèmes de décision, il s'avère très difficile de déterminer des poids pour les critères. La méthode Electre IV a l'avantage d'éviter ce problème.

Elle a aussi l'avantage de traiter des pseudo-critères ce qui traduit mieux la réalité.

La méthode Electre IV est facile à exploiter, toutefois, elle exige un grand nombre de paramètres techniques [42].

2.4.2.5 La méthode ELECTRE Is

La méthode Electre Is est très similaire à la méthode Electre I sauf qu'elle s'applique dans le cas où le problème porte sur des pseudo-critères. L'exploitation de la méthode Electre Is conduit à la détermination d'un noyau. On emploie toujours un indice de concordance mais cette fois appliqué à un critère à seuil.

2.4.2.5.1 Les avantages de la méthode ELECTRE Is La méthode Electre Is a les mêmes avantages et limites que la méthode Electre I [42].

2.4.2.6 La méthode ELECTRE TRI

Les propriétés des critères d'Electre TRI comprennent les poids WK , un seuil de préférence PK , un seuil d'indifférences SK , et un seuil de veto QK .

Cette procédure d'exploitation portant sur la problématique de tri, mobilise un système de préférences qui n'a pas pour objectif de comparer les actions entre elles, mais à les comparer indépendamment les unes des autres à des actions de référence A_i^* ($i = 1, 2, \dots, n^{*-1}$).

Les A_i^* sont des actions limites qui marquent les frontières successives qui séparent les catégories $G_1, G_2, G_3, \dots, G_k$ auxquelles on veut affecter les actions A_i^* qui constituent une famille complètement ordonnée. Chaque alternative de référence est définie par son vecteur des jugements $U^* = \{V_1^*, V_2^*, \dots, V_n^*\}$. Ce vecteur est appelé profil de référence ou profil limite [43].

2.4.3 La méthode MACBETH

La méthode MACBETH est une méthode multicritère de décision. Elle permet de traduire les jugements sémantiques énoncés par un décideur sur une échelle numérique à travers des comparaisons par des experts de différentes situations.

Le principe de la méthode est d'exploiter une expertise humaine sous forme de comparaisons [44].

2.4.3.1 Les étapes de la méthode

La méthode préconise une procédure structurée en 4 étapes principales comme suit :
Après une définition du contexte où sont retenus les critères et les situations envisagées

- **Étape 1** : la méthode permet aux experts de définir en parallèle les vecteurs d'expressions élémentaires .
- **Étape 2** : les paramètres de l'opérateur d'agrégation.
- **Étape 3** : Lorsque ces 2 types d'information sont disponibles, MACBETH fournit les expressions de performance correspondantes.
- **Étape 4** : Les experts peuvent revenir sur leurs comparaisons si des contradictions sont détectées (consistance) ou si les résultats obtenus ne les satisfont pas.

La méthode MACBETH est en effet une procédure interactive qui consiste à demander au décideur de juger verbalement la différence d'attractivité entre deux actions [45].

2.5 Les méthodes d'optimisation mathématique (MOM)

Les méthodes d'optimisation mathématique sont souvent exploitées en deux étapes :

- **Étape 1 de modélisation** : elle consiste à formaliser le problème étudié en un modèle d'optimisation.
- **Étape 2 de résolution** : elle consiste à résoudre le modèle proposé.

Le problème de sélection est multicritère dans le sens où l'évaluation d'une action se fait souvent en considérant plusieurs critères à la fois. Dans cette section, on se limite à la présentation de méthodes d'optimisation mathématique permettant l'intégration de plusieurs critères. Cette intégration se fait de trois façons différentes :

- 1- L'agrégation des critères en une seule fonction objectif (Compromise Programming, Goal Programming, méthode du critère global...).
- 2- L'optimisation d'un critère dans la fonction objectif et l'intégration des autres critères dans les contraintes du modèle (ξ -Constraint Method).
- 3- La formulation du problème en un programme mathématique à objectifs multiples [46].

2.5.1 Méthodes d'optimisation mathématique multicritère

2.5.1.1 Goal Programming (GP)

L'essence du goal Programming (GP) réside dans le concept de satisfaction d'objectifs : on se fixe un but b_j à atteindre pour chacun des critères, et on procède de la manière suivante (selon la variante du *GP*) [46] :

Variante 1 (Standard Goal Programming) : il s'agit de minimiser la somme des valeurs absolues des écarts par rapport aux buts [47].

Variante 2 (MinMax Goal Programming) : il s'agit de minimiser l'écart maximum par rapport aux buts.

Variante 3 (Lexicographic Goal Programming) : il s'agit de minimiser la somme des écarts par rapport aux buts d'une manière lexicographique [48].

Les avantages :

Le Goal Programming a l'avantage d'aborder les problèmes sous l'angle de satisfaction d'objectifs. Par ailleurs, le GP s'avère utile pour modéliser des problèmes qui n'ont pas de solution optimale (à cause de la non satisfaction d'une contrainte par exemple).

Pour ce faire, on demande au décideur d'explicitier ses souhaits, puis on propose un modèle *GP* qui permet de choisir l'action qui se rapproche le plus de ces souhaits.

La formulation d'un problème sous un modèle de *GP* n'a rien d'exceptionnel par rapport à un modèle mathématique. La différence entre les deux approches de modélisation est surtout philosophique : dans un modèle mathématique, on cherche une solution optimale (philosophie d'optimisation), alors que dans un modèle *GP*, on cherche à satisfaire des

objectifs (philosophie de satisfaction).

Le *GP* dans sa forme standard peut générer des solutions non « performantes » dans le cas où les objectifs sur les critères sont fixés de façon pessimiste.

2.5.1.2 Le Compromise Programming (CP)

s'articule autour d'une optique de minimisation des écarts par rapport à la solution idéale tout en procédant à une articulation a-priori des préférences.

Les avantages :

Le compromise Programming a l'avantage d'avoir une fonction objectif facile à formuler. En revanche, la résolution du modèle peut être beaucoup plus difficile dans le cas où on dispose d'un ensemble de contraintes à respecter. Pour cette raison, on choisit $r = 1$ ou 2 dans la plupart des cas. Par sa définition, la fonction objective n'exige pas de normalisation des évaluations. Le défaut du CP est de proposer une action médiocre si toutes les actions ne sont pas bonnes. Le CP exige une articulation a-priori des préférences [48].

2.5.1.3 La méthode du critère global

La méthode du critère global s'articule dans une optique de minimisation des écarts par rapport à la solution idéale sans procéder à une articulation a-priori des préférences [49].

Les avantages :

La méthode du critère global a l'avantage d'avoir une fonction objectif facile à formuler. En outre, une normalisation des évaluations est faite implicitement par la définition même de la fonction objectif. La méthode du critère global n'exige pas une articulation a-priori des préférences. Comme pour le Compromise Programming, la méthode du critère global génère une solution médiocre si toutes les actions ne sont pas bonnes.

2.5.1.4 ξ - Constraint Method

cette méthode consiste à transformer un programme d'optimisation multi-objectifs en un problème d'optimisation mono-objectif comportant des contraintes supplémentaires. Pour ce faire, nous procédons comme suit :

- **Étape 1** : Choisir un objectif à optimiser prioritairement (supposons que c'est g_1).
- **Étape 2** : Choisir un vecteur de contraintes $\xi_i, i \in \{1, 2, \dots, n\}$ à respecter par les autres objectifs.
- **Étape 3** : Transformer le problème initial (multi-objectifs) en conservant l'objectif prioritaire et en transformant les autres objectifs en contraintes.

Les avantages :

La méthode du ξ - Constraint est facile à mettre en place. Elle exige de fixer un seuil de

performance sur $n-1$ critères.

Les inconvénients :

Le principal inconvénient de cette méthode est le fait qu'elle soit gourmande en temps de calcul s'il y a trop de contraintes. La méthode du ξ -Constraint est non compensatoire [49].

2.6 Comparaison entre les méthodes d'aide à la décision multicritère et les méthodes d'optimisation mathématique multicritère

Dans le Tableau (2.1), nous récapitulons les différences entre les méthodes d'optimisation mathématique multicritère et les méthodes d'aide à la décision multicritère [50].

Les méthodes d'optimisation mathématique multicritère	les méthodes d'aide à la décision multicritère
Il n'est pas nécessaire que les solutions soient connues a priori. Elles seront déterminées lors de l'application de ces méthodes et ce à l'étape de résolution.	Ces méthodes s'appliquent à un ensemble de solutions (actions) connues a priori.
Le nombre de solutions peut être fini ou infini.	Le nombre de solutions est fini.
Les évaluations des actions doivent être cardinales.	Les évaluations des actions peuvent être ordinales, cardinales ou mixtes.
Tous les critères sont du type vrai critère.	Plusieurs types de critères peuvent être considérés (vrai critère, pseudo critère, quasi critère, ...)
Dans leur version standard, ces méthodes ne traitent que les problèmes de choix. Toutefois, elles sont facilement adaptables pour traiter les problèmes de rangement ou de tri.	Ces méthodes traitent des problèmes de choix, de rangement, et de tri.
Les préférences du décideur peuvent être exprimées a priori ou a posteriori et ce selon la méthode.	Les préférences du décideur peuvent être exprimées a priori ou a posteriori et ce selon la méthode.
Le décideur intervient dans la définition du problème, ou après la résolution du problème. Il ne contribue pas à la construction des solutions.	Le décideur contribue directement à la construction de la solution en intervenant dans la méthode et non seulement dans la définition du problème (ceci est vrai pour les méthodes interactives)
Les méthodes d'optimisation mathématique multicritère permettent la résolution et la sélection simultanément.	Les méthodes d'aide à la décision multicritère ne permettent que la sélection d'une solution parmi plusieurs.

TABLE 2.1 – Tableau comparatif des méthodes d'optimisation mathématique multicritère et des méthodes d'aide à la décision multicritère

2.7 LES MÉTHODES ÉLÉMENTAIRES

2.7.1 La Cost-ratio Method

La méthode consiste à déterminer un coût global par produit : c'est la somme des coûts d'acquisition et des coûts internes relatifs à la qualité, au délai et aux services associés.

Les étapes de la méthode « cost-ratio » présente comme suit :

- **Étape 1** : Déterminer les coûts internes associés à la qualité, au délai et aux services.
- **Étape 2** : Convertir ces coûts en des ratios traduisant les pourcentages de ces coûts par rapport au coût d'acquisition.
- **Étape 3** : Faire la somme des ratios relatifs à chacun des coûts pour obtenir un ratio global (c'est la pénalité globale).

- **Étape 4** : Appliquer le ratio global au coût unitaire d'acquisition du produit pour obtenir un coût net ajusté.

Les fondements théoriques de la cost-ratio méthode sont faciles. est une méthode compensatoire [51].

2.7.2 La méthode de la somme pondérée (the linear averaging method or weighted point method)

Cette méthode consiste à se fixer un ensemble de critères et à les classer en affectant à chacun d'eux un poids. La méthode de la somme pondérée se présente comme suit :

- **Étape 1** : Identifier les critères pertinents à la problématique.
- **Étape 2** : Arranger les éléments identifiés en catégories homogènes.
- **Étape 3** : Affecter des poids (traduisant l'importance relative des critères) aux critères listés.
- **Étape 4** : Construire une matrice pour procéder à une moyenne linéaire.
- **Étape 5** : Développer des procédures spécifiques pour mesurer les performances des actions.
- **Étape 6** : Évaluer chaque action sur chacun des critères en se référant aux procédures développées à l'étape précédente.
- **Étape 7** : Calculer le score global (weighted-ratings) pour chaque action .

La méthode de la somme pondérée est l'une de méthodes les plus utilisées. Elle a l'avantage d'être facile à comprendre et à mettre en oeuvre. Toutefois, sa difficulté réside dans la définition de procédures de conversion des évaluations qualitatives en des évaluations quantitatives. La méthode de la somme pondérée est compensatoire. [51]

2.7.3 Méthode conjonctive

La méthode conjonctive consiste à se fixer des niveaux minima d'acceptation sur chacun des critères. Les actions qui ne respectent pas ces niveaux minima d'admissibilité seront écartées.

Les étapes de la méthode conjonctive se présente comme suit :

- **Étape 1** : Fixer un niveau minimal pour chaque critère (niveau de coupe).
- **Étape 2** : Vérifier pour chaque action si sa performance sur chaque critère égale ou excède ce niveau minimal fixé.
- **Étape 3** : Rejeter les actions qui ne respectent pas les exigences minimales.

La procédure conjonctive est facile à utiliser. Elle permet la mesure des critères sur des échelles hétérogènes. Elle exige de fixer des seuils d'admissibilité pour chaque critère. La méthode conjonctive permet d'extraire un ensemble d'actions jugées assez bonnes parmi toutes les actions possibles. Par ailleurs, elle n'assure pas la comparaison des bonnes actions

les unes par rapport aux autres : elle est ainsi totalement non compensatoire.

Dans le cas où le décideur est intéressé par le choix d'une seule action, il doit appliquer une autre méthode de sélection aux résultats obtenus par l'application de la méthode conjonctive.

2.7.4 Méthode disjonctive

La méthode disjonctive consiste à se fixer des niveaux de satisfaction désirés pour chacun des critères et à sélectionner les actions qui ont les évaluations les plus élevées sur n'importe lequel des critères. Elle conduit à sélectionner les actions qui ont des performances exceptionnelles sur certains critères.

La méthode disjonctive se présente comme suit :

- **Étape 1** : Fixer un niveau désiré pour chaque critère.
- **Étape 2** : Pour chaque action, vérifier si sa performance sur au moins un critère est égale ou excède ce niveau désiré.
- **Étape 3** : Rejeter les actions qui ne satisfont pas cette condition.

La procédure disjonctive est facile à utiliser. Elle permet la mesure des critères sur des échelles hétérogènes. La méthode disjonctive est totalement non compensatoire.

Puisqu'il est très rare qu'une action soit la meilleure sur tous les critères, le résultat de l'application de la méthode disjonctive est souvent un ensemble d'actions et non pas une solution unique. Ainsi, dans le cas où le décideur est intéressé par le choix d'une seule action, il doit appliquer une autre méthode de sélection aux résultats obtenus par l'application de la méthode disjonctive[51].

2.7.5 Méthode lexicographique

La méthode lexicographique s'applique dans certaines situations où on est en mesure d'établir une relation de dominance dictatoriale entre les critères ($g(1) \gg g(2) \gg g(3) \gg \dots \gg g(n)$). Ainsi, on ne tiendra compte des critères les moins importants que lorsque les comparaisons effectuées sur ceux de plus grande importance ne permettent pas la discrimination entre les actions.

- **Étape 1** : Ranger les critères par ordre d'importance.
- **Étape 2** : Comparer toutes les actions par rapport au critère le plus important.
- **Étape 3** : Choisir celle(s) qui a (ont) la meilleure performance par rapport au critère retenu (le plus important en premier lieu).
- **Étape 4** : Si plus d'une action sont retenues et s'il reste des critères non encore considérés, alors procéder de la même manière sur la base du critère suivant en terme d'importance.

La méthode lexicographique a le mérite d'être facile à utiliser. Elle permet la mesure des critères sur des échelles hétérogènes. Par ailleurs, elle n'exige pas de fixer des coefficients d'importance pour les critères.

La méthode lexicographique est totalement non compensatoire

2.7.6 La méthode catégorique : (Categorical method)

La méthode catégorique consiste à faire une évaluation des performances de chaque action par rapport à chaque critère, et ce en affectant un « grade » : un terme catégorique simple, par exemple « Bon », « insatisfaisant », « neutre ». On effectue dans une deuxième étape la somme des évaluations de chaque action pour obtenir un score global par action.

La méthode catégorique est l'une des méthodes les plus simples pour traiter un problème de sélection. Elle est facile à mettre en oeuvre.

Toutefois, elle fait appel à des jugements basés sur la mémoire et l'expérience du décideur.

Par conséquent, les évaluations des fournisseurs par rapport aux critères ne sont pas précises.

La méthode catégorique permet la classification des actions les unes par rapport aux autres.

La méthode catégorique utilise le même ordre d'importance pour tous les critères. La méthode catégorique est compensatoire[51].

2.7.7 Méthode du « Maxmin »

La méthode « Maxmin » est utilisée pour choisir une action (considérée comme la meilleure action) parmi un ensemble d'actions.

Le terme "maxmin" indique que la procédure cherche à sélectionner le maximum (selon les actions) des évaluations minimums (selon les critères). Ainsi, la performance globale d'une action est déterminée par sa pire performance, la force d'une chaîne correspond à celle de son maillon le plus faible ». Cette procédure est appropriée dans le cas où le décideur a une attitude pessimiste [52].

La procédure Maxmin exige que les critères d'évaluation des actions soient commensurables. Une façon de faire est la normalisation. La méthode est facile à appliquer. Elle est totalement non compensatoire.

2.8 Conclusion

Dans ce chapitre, Nous avons parlé sur les méthodes d'aide a la décision multicritère et leurs objectifs.

Parmi ces méthodes : AHP, TOPIS, MAVT, MAUT, UTA, la méthode EVAMIX, et les méthodes de sur-classement PROMETHEE et ELECTRE et les méthodes élémentaires Et nous avons souligné les étapes et principaux avantages et inconvénients de chaque méthode.

La méthode simple multi-attribut rating technique (SMRT) et critère

Introduction

Dans ce chapitre nous allons proposer une méthodologie pour la gestion de la réhabilitation des réseaux d'assainissement, afin de réduire les difficultés et complexités de gestion de ceci.

Cette méthodologie nécessite la collecte des caractéristique du réseau et l'identification des critères, par las suite on va choisir la méthode qui permet de calculer le poids des critères et le classement globale des tronçons.

3.1 La méthode Simple Multi-Attribute Rating Technique SMART

3.1.1 Principe de la méthode

La méthode SMART (Simple Multi-Attribute Rating Technique) se rapproche des méthodes fondées sur l'utilité. Le principe en est simple : tout se passe comme si on évaluait les élèves d'une même classe en faisant la moyenne pondérée de leurs notes. Les répercussions de chacune des actions possibles par rapport aux critères retenus sont dénombrées tout d'abord en unités naturelles.

Dans un second temps, on propose au décideur de noter directement l'utilité qu'il en retire sur une échelle de rapport cardinale forte ayant zéro pour point d'ancrage. Les notes données par les diverses parties prenantes sont in fine standardisées entre zéro et 1 en divisant chacune d'entre elles par le total des notes relevées sur ce critère. Le décideur doit enfin fixer l'importance relative qu'il accorde aux différents critères en arrêtant les coefficients de pondération qu'il retient pour chacun d'entre eux, si un critère est considéré 4 fois plus important qu'un autre, alors son poids sera 4 fois plus élevé.

Une règle d'agrégation additive est in fine utilisée. Il s'agit là d'une technique compensatoire quasiment aveugle à l'incomparabilité, c'est-à-dire qu'une très faible utilité sur un critère

peut être compensée par celles des autres critères et avoir un score global plus élevé que l'alternative à laquelle elle est comparée. [53]

3.1.2 Les étapes

La procédure se présente comme suit :

- **Étape 1** : Mettre les attributs en ordre décroissant d'importance. C'est une étape qui devrait déclencher une discussion entre le décideur et tous ses partenaires dans le processus de décision.
- **Étape 2** : Déterminer le poids pour chaque attribut. Les intervenants du processus de décision peuvent avoir des opinions différentes sur les valeurs des poids des attributs. De façon interactive, ces évaluations sont faites par des experts sur l'échelle variant de 0 à 100.
- **Étape 3** : : Faire la somme des coefficients d'importance et diviser chaque poids par cette somme. Cette étape permet de normaliser les coefficients d'importance relative entre 0 et 1.
- **Étape 4** : Mesurer la localisation de chaque action sur chaque attribut ($U_j(cnd_i)$) .
- **Étape 5** : Les valeurs des actions sont obtenues selon la somme pondérée suivante :

$$U_j(cnd_i) = \sum_{j=1}^n \pi_j * u_j(a_i), \quad i = 1, 2, \dots, m$$
- **Étape 6** : L'exploitation se fait sur la base de $U(a_i)$ pour ranger ou choisir la meilleure action.

Avantages et Inconvénients

La méthode SMART est facile à exploiter. Mais elle exige une articulation a- priori des préférences, et une évaluation des actions sur une échelle unique.

3.2 Les critères

1-Matériau de la conduite (Me)

Tout matériaux de canalisation d'eau usée doit se conformer à certaines spécifications techniques, assurant une durabilité suffisante de la canalisation.

- Le choix du matériau doit tenir compte de plusieurs caractéristiques comme l'environnement de la conduite.
- Tous les types de conduites peuvent offrir une bonne performance à court terme. mais les conditions qui garantissent une performance satisfaisante à long terme varient selon le type de conduites les matériaux utilisés pour les canalisation du réseau d'eau usée doivent être conformes aux normes et réglementations en vigueur vis-à-vis de résistance avec le temps cette résistance diminue et peut faciliter certains type de défaillance.

Nous avons obtenu les classes suivant :

- PVC : 1

- BE : 2
- Autre matériau : 3

2-âge de la conduite (Age)

Se reflète sur l'état de vieillissement de sou conduite, en définissant le moment de sa construction, détermine aussi les moyens utilisés pour son installation.

-les conduites d'assainissement les plus âgées sont les plus sensible et ont besoin d'intervention.

3-Diamètre de la canalisation (D)

L'importance de la canalisation est directement proportionnelle à son diamètre.

-les canalisations qui a un petit diamètre sont les plus susceptibles de blocage par contre les canalisation de grand diamètre il faut plus de temps pour avoir un blocage.On obtient les classes suivant :

- D : [1200 - 900] : 1
- D : [900 - 600] : 2
- D : [600 - 300] : 3

4-Charge solide (CHS)

Représente l'ensemble des matériaux de toute nature et de toute origine intéressant le transport solide d'un écoulement.

Les canalisations qui transport un grand charge solide c'est la plus sensible et ont besoin d'intervention que les canalisations qui transport moins de charge solide. nous avons obtenu les classe suivant :

- Il y'a charge solide : 2
- Pas de charge solide : 1

5-Inondation (IND) :

Les débordements des conduites d'assainissement peuvent être causés par l'effondrement ou le blocage des conduites en raison des mauvaises évacuations des effluents dans le réseau d'assainissement comme l'arrêt normal de l'écoulement dans le réseau d'assainissement.

-Évaluation du critère inondation : Le tableau (3-1) présente les niveaux de gravité affectés à chacun des états d'inondation.

Niveau de gravité	État d'inondation
Niveau 1	Pas de risque d'inondation
Niveau 2	Présence de fissures fermées et l'accumulation des matières dans la Conduite
Niveau 3	Importante tendance d'évaluation dans le dépôt de la matière, fissures ouvertes ; risque d'inondation non négligeable
Niveau 4.	Risque d'inondation fort

TABLE 3.1 – Évaluation du critère d'inondation avec l'état de gravité (Le Gauffre et col,2004).

6- La circulation (Cr)

Dans certains services on a pu constater que le taux de ruptures était deux fois plus important pour les conduites traversant une route principale à forte trafic que la densité de trafic ainsi qu'à la résistance de la canalisation, qui, elle dépend d'autres facteurs tels que la profondeur d'enfouissement, le matériau de remblai et l'assise du tuyau. On obtient les classes suivant :

- Autoroute : 6
- Route principale : 4
- Route secondaire : 2
- Absente : 0

7- Infiltration (INF)

L'infiltration c'est un critère principale dans la défaillance de réseau. ci le nombre des fuites est plus élevés en nécessite un intervention plus rapides. On obtient les classes suivant :

- Présente : 2
- Absente : 1

8- Etats de conduite (E))

L'état général influe sur le nombre de défaillances et il permet d'anticiper la multiplication de ces défaillances. L'évaluation de ce critère, à l'échelle interne et externe de la conduite peut être effectué de manière suivante :

- Bonne : 1
- Passable : 3
- Moyenne : 2

9- Pente (I)

Cette critère est la plus important dans l'assainissement grâce à leur inclinaison, ci la pente est très faible provoque des problèmes de blocage des canaux donc out besoin une intervention au contraire que le pente est élevé. On obtient les classes suivant :

- [0.001-0.031[:4
- [0.031-0.061[:3
- [0.061-0.091[:2
- [0.091-1.116] :1

10- Longueur de tronçons (L)

Les tronçons peuvent être aussi définis par une séparation vis-à-vis des autre tronçons vis des raccordements / nouds hydrauliques. Les tronçons les plus longs sont les plus susceptibles de blocage par contre les tronçons plus court il faut plus de temps pour avoir un blocage.

11- Environnement de canalisation

Ce critère regroupe à sous-critères dans la suite ces sous-critères vont.

11-1- Profondeur de canalisation (Pr)

Le profondeur des canalisation dépende de plusieurs facteur comme le trafic et l'emplacement par rapport autres réseau.

La profondeur des canalisation jeu un rôle importante dans la préservation de notre cana-

lisation par ce que le profondeur a deux cas : on site le profondeur élever, et le profondeur plus bas ce sont les plus vulnérables à défaillance structurel qui nécessite l'intervention au contraire que les canalisation qui out profondeur aux norme.

11-2- Type de sole (TDS)

Lorsqu'une coalisation traverse des sols différent, il peut se crée une pile géologique dans la quelle la partie de canalisation se trouvant dans le terrain le moins à eré devient anodique et se corrode.

Le sol caractériser selon leurs hétérogénéité :

- Sol hétérogène : 2
- Sol homogène : 1

3.3 Conclusion

Dans ce chapitre nous avons étudié une méthodologie pour la gestion et la réhabilitation des réseaux d'assainissement en se basent sur un ensemble des critères. En suite nous avons proposé la méthode **SMART (technique simple d'évaluation multi-attributs)** qui permet de calculer le poids des critères et le classement final.

L'application de cette méthode qui va être réalisée sur les réseaux de la willaya de Jijel est présente dans le chapitre qui suit.

Application de l'outil à la gestion aux réseaux d'assainissement de la ville de Jijel

Introduction

Afin d'assurer le bon fonctionnement du réseau d'assainissement à Jijel, il faut fournir un véritable réseau pour répondre aux besoins des citoyens de cette wilaya. Contient le quatrième chapitre l'application de notre outil de gestion du réseau d'assainissement de la ville de Jijel, pour déterminer les risques de blocage et d'inondation afin d'améliorer les interventions de curage pour les collecteurs d'assainissement.

4.1 Présentation de la wilaya de Jijel

4.1.1 Situation

Jijel, la wilaya se trouve sur la côte Est algérienne, entre les wilayas de Bejaia (90 Km à l'ouest) et de Skikda (140 Km à l'Est). Elle est située par $5^{\circ} 47'$ de longitude Est et par $36^{\circ} 49'$ de latitude nord.

Jijel Constitué actuellement de 11 daïras et 28 communes, le territoire wilaya s'étale sur une superficie totale de $2398,69 \text{ Km}^2$ dont 82% sont des montagnes, avec une population de 636948 habitants au dernier RGPH de 2008.



FIGURE 4.1 – Photo1 : situation de la wilaya de Jijel Source : www.google-earth.com 28/03/2016

4.1.2 géographiques

Appartenant au domaine Nord atlasique connu localement sous le nom de la chaîne des Babors, la région est limitée [54] :

- Au nord par la Mer méditerranée.
- A l'ouest par la wilaya de Bejaia.
- A l'est par la wilaya de Skikda.
- Au Sud par les wilayas de Sétif et Mila.

4.2 Présentation de la ville de Jijel

4.2.1 Situation géographique

La commune de Jijel se situe dans le Nord-Est de l'Algérie, entre $36^{\circ}46'$ et $36^{\circ}50'$ de latitude Nord, $5^{\circ}40'$ et $5^{\circ}49'$ de longitude Est. Elle est bordée :

- Au nord par la mer méditerranée.
- Au sud par la commune de Kaous.
- A l'est par la commune d'Emir Abdelkader.
- A l'ouest par la commune d'El Aouana.



FIGURE 4.2 – Photo 2 : situation géographique de la commune de Jijel Source : [http:// :google.com/map Jijel](http://google.com/map/Jijel). (Le 05/03/2016)

4.3 Présentation du système d'assainissement de la ville de Jijel

4.3.1 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 quatres 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 m³/j.

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 m³/j, dont la capacité de traitement de la STEP est de 30 000 m³/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 m³/j injecté dans de le réseau 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. [54]

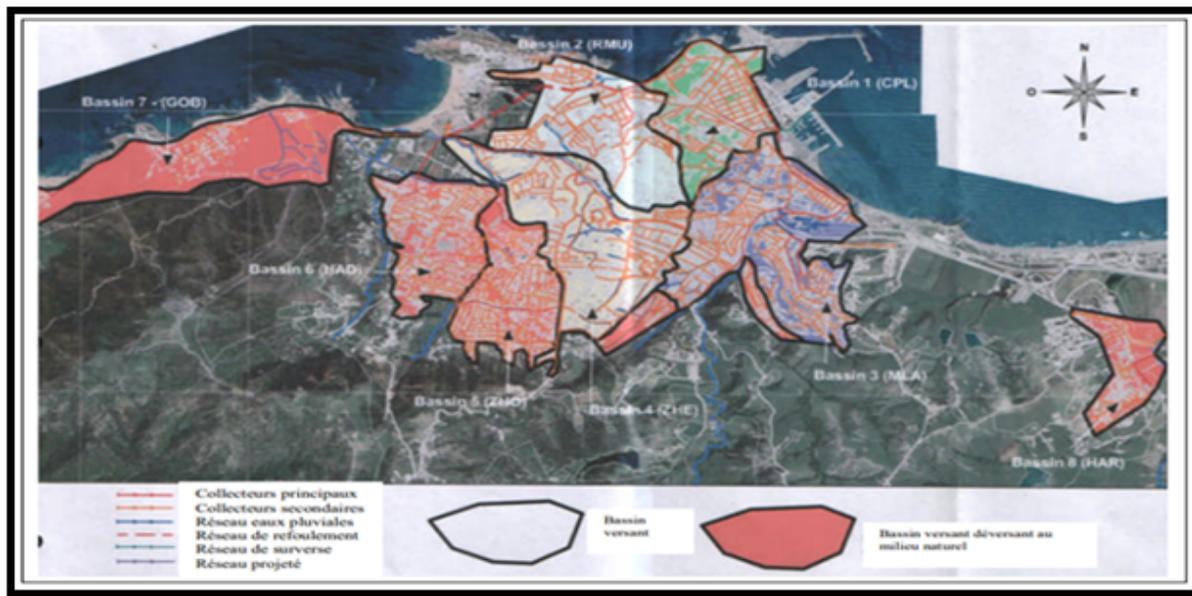


FIGURE 4.3 – Photo 3 : plan de situation des bassins versants.(ONA))

4.3.2 La liste des principaux « points noirs » dans le réseau d'assainissement de la willaya de Jijel

Il s'agit principalement au niveau des collecteurs :

- Des faibles pentes ($< 3\%$) ;
- Des contres pentes ;
- Sous dimensionnés ;
- A changements de direction fréquents ;
- Avec cassures ;
- Avec des intrusions de racines d'arbres ;
- ...etc .

4.4 Application de la méthode SMART

Pendant l'étude de la situation de réseau d'assainissement de (centre ville de Jijel) ou raison d'évaluer et de connaître le moment idéal de faire une intervention a fin de faire un curage, pour les conduite , pour éviter le colmatage.

Le tableau (4.1) présente des données d'un échantillon de six conduites.

	E	Me	D	I	A	Pr	Cr	L
Cnd 1121	B	BE	1000	0.075	19	4	Absente	27
Cnd 1515	B	BE	1000	0.023	39	2	Route secondaire	90
Cnd 1537	B	BE	600	0.007	29	2	Autoroute	46.0
Cnd 1564	B	BE	1200	0.003	69	2	Route principale	58
Cnd 1590	B	PI	500	0.017	69	2	Route secondaire	56
Cnd 2176	B	BE	1000	0.005	19	2	Absente	52

TABLE 4.1 – données des 6 conduites.

L'image suivante montre l'emplacement des six (6) conduites qui nous avons étudiés.

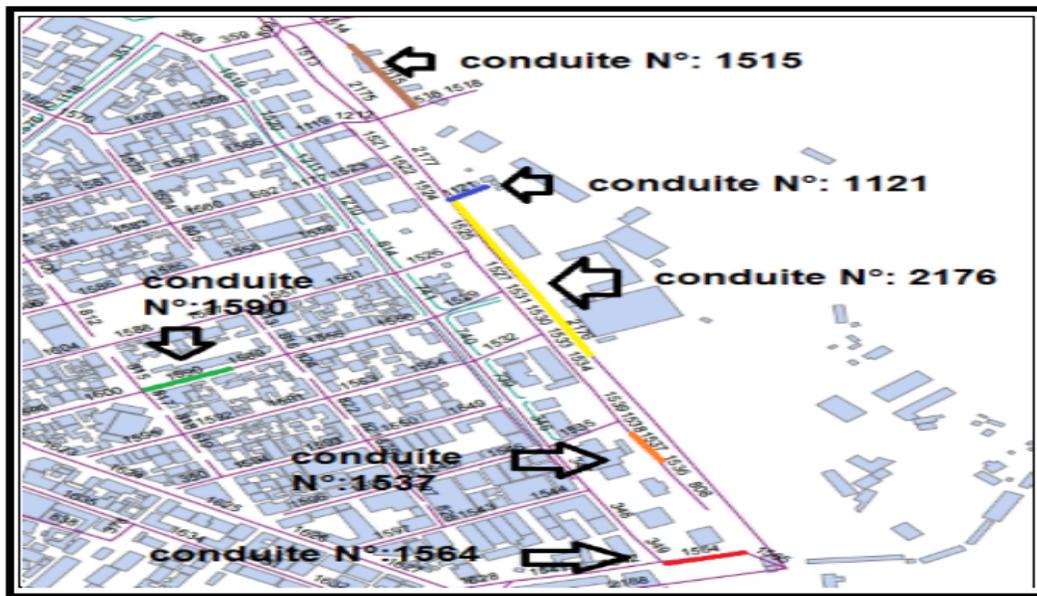


FIGURE 4.4 – Photo 4 : l'emplacement de six conduites. [ONA]

La photo suivante montre l'emplacement du réseau que nous avons étudié dans le centre ville de Jijel.

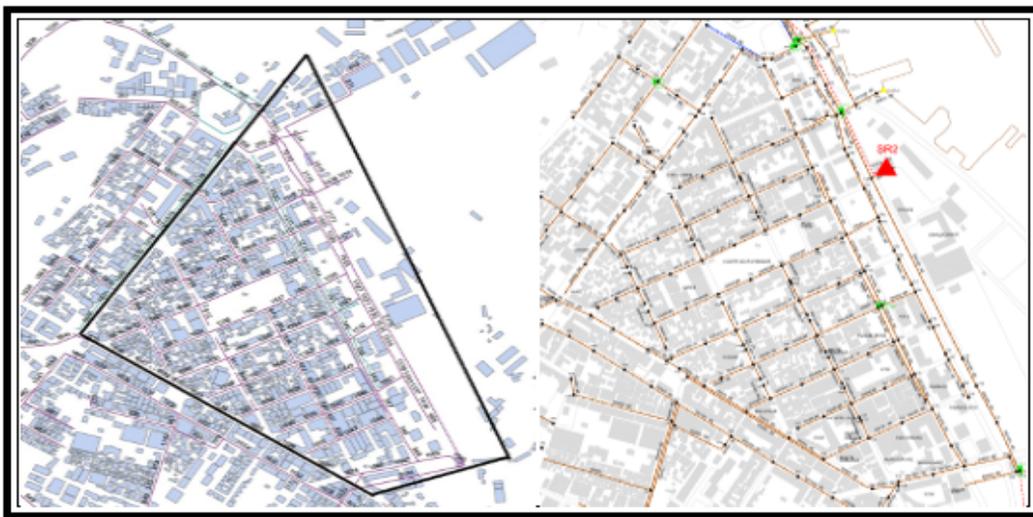


FIGURE 4.5 – Photo 5 : Emplacement du réseau d'assainissement.

4.4.1 Premier Cas : Cas1

Pour évaluer le classement des conduites de réseau d'assainissement avec la méthode de SMART et on a utilisé quatre scénarios avec huit critères.

Le tableau suivant résume les quatre scénarios avec le classement des critères.

Type de scénarios	Classement des critères
Scén1	Etats > Matériau > Diamètre > Pente > Age > Profondeur > Circulation > Longueur
Scén2	Etats > Age > Diamètre > Pente > Matériau > Profondeur > Circulation > Longueur
Scén3	Etats > Pente > Diamètre > Age > Matériau > Profondeur > Circulation > Longueur
Scén4	Etats > Diamètre > Pente > Age > Matériau > Profondeur > Circulation > Longueur

TABLE 4.2 – résume les quatre scénarios avec le classement des critères.

★ Scénario 1

- **Étape 1** : Mettre les critères selon l'ordre décroissant d'importance. Après la discussion avec des experts (ONA), le comité de la direction a opté pour l'ordre suivant : **États** > **Matériau** > Diamètre > Pente > Age > Profondeur > Circulation > Longueur .

- **Étape 2** : Déterminer les notes pour chaque critère.

Les notes de critères sont déterminé selon le tableau (4.3).

Critère	Notes
États	450
Matériau	300
Diamètre	200
Pente	150
Age	100
Profondeur	70
Circulation	40
Longueur	10

TABLE 4.3 – Notes des critères.

- **Étape 3** : Déterminer les poids des critères.

Normalisation des coefficients d'importance, On divise chaque note de l'étape précédente par la somme des notes :

$$poids = \frac{note}{\sum notes} \quad (4.1)$$

$$1- \text{Etats}(E) = \frac{450}{450 + 300 + 200 + 150 + 100 + 70 + 40 + 10} = 0.34$$

$$2- \text{Matériau}(Me) = \frac{300}{450 + 300 + 200 + 150 + 100 + 70 + 40 + 10} = 0.23$$

$$3- \text{Diamètre}(D) = \frac{200}{450 + 300 + 200 + 150 + 100 + 70 + 40 + 10} = 0.15$$

$$4- \text{Pente}(I) = \frac{150}{450 + 300 + 200 + 150 + 100 + 70 + 40 + 10} = 0.11$$

$$5- \text{Age}(A) = \frac{100}{450 + 300 + 200 + 150 + 100 + 70 + 40 + 10} = 0.08$$

$$6- \text{Profondeur} (Pr) = \frac{70}{450 + 300 + 200 + 150 + 100 + 70 + 40 + 10} = 0.05$$

$$7- \text{Circulation} (Cr) = \frac{40}{450 + 300 + 200 + 150 + 100 + 70 + 40 + 10} = 0.03$$

$$8- \text{Longueur} (L) = \frac{10}{450 + 300 + 200 + 150 + 100 + 70 + 40 + 10} = 0.01$$

- **Étape 4** : Évaluation des conduites sur chaque critères ($U_j(cnd_i)$).

$$U_i(critère_i) = 100 * \frac{(max_i - critère_i)}{(max_i - min_i)} \quad (4.2)$$

Max_i :la valeur maximale de chaque critère .

Min_i :la valeur minimale de chaque critère .

► Pour le Diamètre (D) : (Max =5 et Min =1)

$$U_1(D_i) = 100 * \frac{(5 - Diamètre)}{(5 - 1)} \quad (4.3)$$

Ainsi,

$$U_1(D_{1121}) = 100.(5 - 2)/(5 - 1) = 75\%$$

$$U_1(D_{1515}) = 100.(5 - 2)/(5 - 1) = 75\%$$

$$U_1(D_{1537}) = 100.(5 - 4)/(5 - 1) = 25\%$$

$$U_1(D_{1564}) = 100.(5 - 1)/(5 - 1) = 100\%$$

$$U_1(D_{1590}) = 100.(5 - 4)/(5 - 1) = 25\%$$

$$U_1(D_{2176}) = 100.(5 - 2)/(5 - 1) = 75\%$$

► Pour la Pente (I) : (Max = 4 et Min = 1)

$$U_2(I_i) = 100 * \frac{(4 - pente)}{(4 - 1)} \quad (4.4)$$

Ainsi,

$$U_2(I_{1121}) = 66.67\%$$

$$U_2(I_{1515}) = 0\%$$

$$U_2(I_{1537}) = 0\%$$

$$U_2(I_{1564}) = 0\%$$

$$U_2(I_{1590}) = 0\%$$

$$U_2(I_{2167}) = 0\%$$

► Pour l'Etats (E) : (Max =3 et Min =1)

$$U_3(E_i) = 100 * \frac{(3 - Etats)}{(3 - 1)} \quad (4.5)$$

Ainsi,

$$U_3(E_{1121}) = 100\%$$

$$U_3(E_{1515}) = 100\%$$

$$U_3(E_{1537}) = 100\%$$

$$U_3(E_{1564}) = 100\%$$

$$U_3(E_{1590}) = 100\%$$

$$U_3(E_{2167}) = 100\%$$

► Pour l'Age (A) : (Max =79 et Min =19)

$$U_4(A_i) = 100 * \frac{(79 - Age)}{(79 - 19)} \quad (4.6)$$

Ainsi,

$$U_4(E_{1121}) = 100\%$$

$$U_4(E_{1515}) = 66.67\%$$

$$U_4(E_{1537}) = 83.33\%$$

$$U_4(E_{1564}) = 16.67\%$$

$$U_4(E_{1590}) = 16.67\%$$

$$U_4(E_{2167}) = 100\%$$

► Pour la Profondeur (Pr) : (Max = 4.25 et Min = 1.3)

$$U_5(Pr_i) = 100 * \frac{(4.25 - Profondeur)}{(4.25 - 1.3)} \quad (4.7)$$

Ainsi,

$$U_5(Pr_{1121}) = 8.47\%$$

$$U_5(Pr_{1515}) = 76.27\%$$

$$U_5(Pr_{1537}) = 76.27\%$$

$$U_5(Pr_{1564}) = 76.27\%$$

$$U_5(Pr_{1590}) = 76.27\%$$

$$U_5(Pr_{2167}) = 76.27\%$$

► Pour la Circulation (Cr) : (Max = 6 et Min = 0)

$$U_6(Cr_i) = 100 * \frac{(6 - circulation)}{(6 - 0)} \quad (4.8)$$

Ainsi,

$$U_6(Cr_1) = 100\%$$

$$U_6(Cr_2) = 66.67\%$$

$$U_6(Cr_3) = 0\%$$

$$U_6(Cr_4) = 33.33\%$$

$$U_6(Cr_5) = 66.67\%$$

$$U_6(Cr_6) = 100\%$$

► Pour le Matériau (Me) : (Max = 3 et Min = 1)

$$U_7(Me_i) = 100 * \frac{(3 - Matériau)}{(3 - 1)} \quad (4.9)$$

Ainsi,

$$U_7(Me_{1121}) = 50\%$$

$$U_7(Me_{1515}) = 50\%$$

$$U_7(Me_{1537}) = 50\%$$

$$U_7(Me_{1564}) = 50\%$$

$$U_7(Me_{1590}) = 0\%$$

$$U_7(Me_{2167}) = 50\%$$

► Pour la Longueur(L) : (Max = 214 et Min = 9)

$$U_8(L_i) = 100 * \frac{(214 - longueur)}{(214 - 9)} \tag{4.10}$$

Ainsi,

$$U_8(L_{1121}) = 91.22\%$$

$$U_8(L_{1515}) = 60.49\%$$

$$U_8(L_{1537}) = 81.95\%$$

$$U_8(L_{1564}) = 76.10\%$$

$$U_8(L_{1590}) = 70.07\%$$

$$U_8(L_{2167}) = 79.02\%$$

• **Étape 5 :** Détermination des valeurs des actions $U(cnd_i)$.

Pour faire cette étape on utilise la fonction suivante :

$$U(cnd_i) = \sum_{j=1}^n \pi_j * U_j(cnd_i) \tag{4.11}$$

Avec :

- π : poids de chaque critère.

- $U_j(cnd_i)$: Évaluation des conduites sur chaque critères.

	E	Me	D	I	A	Pr	Cr	L	$U(cnd_i)$
Poids	0.34	0.23	0.15	0.11	0.08	0.05	0.03	0.01	...
Cnd 1121	100	50	75	66.67	100	8.47	100	91.22	76.25
Cnd 1515	100	50	75	0	66.67	76.27	66.67	60.49	68.61
Cnd 1537	100	50	25	0	83.33	76.27	0	81.95	60.58
cnd 1564	100	50	100	0	16.67	76.27	33.33	76.1	67.47
Cnd 1590	100	0	25	0	16.67	76.27	66.67	77.07	45.73
Cnd 2176	100	50	75	0	100	76.27	100	79.02	72.42

TABLE 4.4 – les valeurs des actions $U(cnd_i)$.

- **Étape 6** : Classification des actions.

D'après le tableau en remarque que les conduites 1121, 1515, 2176, 1537, 1564 nécessitent pas une intervention de maintenance immédiate par contre nous avons remarqué que la conduite 1590 dans un cas de dégradation avancée ça que nécessite une intervention sur le site.

Le classement de maintenance des conduites se fait selon la note finale dans le tableau (4.4) étape 5. On remarque que la plus faible note nécessite une intervention plus rapide que la grande note. Donc le classement final des conduites pour curage comme suit :

$$\sqrt{1590 < 1537 < 1564 < 1515 < 2176 < 1121}$$

4.4.2 Détermination des seuils

Pour classer des conduites d'assainissement dans des classes, on a déterminé les seuils suivants avec la méthode SMART :

On suppose trois conduites idéales :

- **La première conduite (Cnd parfait)** : selon les données des critères suivantes :

Diamètre (D) = 1200; Pente (I) = 0.115; Age (A) = 19; Etats (E) = B; Matériau (Me) = BE; profondeur (Pr) = 1.3; circulation (Cr) = absente; longueur (L) = 9 .

- **La deuxième conduite (Cnd moyenne)** : les données des critères de cette conduite sont des moyennes entre les données des critères de première conduite et la deuxième conduite.

- **La troisième conduite (Cnd mauvaise)** : selon les données des critères suivantes :

Diamètre (D) = 300; Pente (I) = 0.001; Age (A) = 79; Etats (E) = P; Matériau (Me) = PI; profondeur (Pr) = 4.25; circulation (Cr) = autoroute; longueur (L) = 214 .

Les résultats représentés dans le tableau (4.5) suivant :

	D	I	A	E	Me	Pr	Cr	L	
Poids	0.34	0.23	0.15	0.11	0.08	0.05	0.03	0.01	$U(cnd_i)$
Cnd parfait	100	100	100	100	50	100	100	100	96
Cnd moyenne	50	50	50	75	25	50	50	50	50.75
Cnd mauvaise	0	0	0	50	0	0	0	0	5.5

TABLE 4.5 – les valeurs des actions $U(cnd_i)$.

Les conduites sont classées selon les pourcentages suivants :

✓ [0 - 35] : classe A

✓ [35-70] : classe B

✓ [70-100] : classe C

* Scénario 2

- **Étape 1** : Dans ce scénario on a mis les critères selon l'ordre décroissant d'importance

suivant :

Etats > **Age** > Diamètre > Pente > Matériau > Profondeur > Circulation > Longueur

Le tableau suivant représente les notes, les poids des critères et les classifications des conduites.

	E	A	D	I	Me	Pr	Cr	L	$U(cnd_i)$	class
valeur	450	300	200	150	100	70	40	10	....	....
Poids	0.34	0.23	0.15	0.11	0.08	0.05	0.03	0.01	....	....
Cnd 1121	100	100	75	66.67	50	8.47	100	91.22	83.92	6
Cnd 1515	100	66.67	75	0	50	76.27	66.67	60.49	71	4
Cnd 1537	100	83.33	25	0	50	76.27	0	81.95	65.55	3
cnd 1564	100	16.67	100	0	50	76.27	33.33	76.1	62.41	2
Cnd 1590	100	16.67	25	0	0	76.27	66.67	77.07	48.17	1
Cnd 2176	100	100	75	0	50	76.27	100	79.02	79.85	5

TABLE 4.6 – classification des conduites selon le scénario 2.

D'après le tableau en remarque que les conduites 1121, 1515, 2176, 1537, 1564 nécessitent pas une intervention de maintenance immédiate par contre nous avons remarqué que la conduite 1590 dans un cas de dégradation avancée ça que nécessite une intervention sur le site.

Le classement de maintenance des conduites se fait selon la note finale dans le tableau (4.6) étape 5.

On remarque que la plus faible note nécessite une intervention plus rapide que la grande note.

Donc le classement final des conduites pour curage comme suit :

✓ 1590 < 1537 < 1564 < 1515 < 2176 < 1121

★ **Scénario 3**

● **Étape 1** : Dans ce scénario on a mis les critères selon l'ordre décroissant d'importance suivant :

Etats > **Pente** > Diamètre > Age > Matériau > Profondeur > Circulation > Longueur

Le tableau suivant représente les notes, les poids des critères et les classifications des conduites.

	E	I	D	A	Me	Pr	Cr	L	$U(cnd_i)$	class
valeur	450	300	200	150	100	70	40	10	....	....
Poids	0.34	0.23	0.15	0.11	0.08	0.05	0.03	0.01	....	....
Cnd 1121	100	66.67	75	100	50	8.47	100	91.22	79.92	6
Cnd 1515	100	0	75	66.67	50	76.27	66.67	60.49	63	4
Cnd 1537	100	0	25	83.33	50	76.27	0	81.95	55.55	2
cnd 1564	100	0	100	16.67	50	76.27	33.33	76.1	60.41	3
Cnd 1590	100	0	25	16.67	0	76.27	66.67	77.07	46.17	1
Cnd 2176	100	0	75	100	50	76.27	100	79.02	79.85	5

TABLE 4.7 – classification des conduites selon le scénario 3.

D'après le tableau en remarque que les conduites 1121, 1515, 2176, 1537, 1564 nécessitent pas une intervention de maintenance immédiate par contre nous avons remarqué que la conduite 1590 dans un cas de dégradation avancée ça que nécessite une intervention sur le site.

Le classement de maintenance des conduites se fait selon la note finale dans le tableau (4.7) étape 5.

On remarque que la plus faible note nécessite une intervention plus rapide que la grande note.

Donc le classement final des conduites pour curage comme suit :

$$\checkmark \quad 1590 < 1537 < 1564 < 1515 < 2176 < 1121$$

★ Scénario 4

● **Étape 1** : : Dans ce scénario on a mis les critères selon l'ordre décroissant d'importance suivant :

Etats > **Diamètre** > **Pente** > **Age** > **Matériau** > **Profondeur** > **Circulation** > **Longueur**

Le tableau suivant représente les notes, les poids des critères et les classifications des conduites.

	E	D	I	A	Me	Pr	Cr	L	$U(cnd_i)$	class
valeur	450	300	200	150	100	70	40	10	....	....
Poids	0.34	0.23	0.15	0.11	0.08	0.05	0.03	0.01	....	....
Cnd 1121	100	75	66.67	100	100	8.47	100	91.22	80.59	6
Cnd 1515	100	75	0	66.67	66.67	76.27	66.67	60.49	69	4
Cnd 1537	100	25	0	83.33	83.33	76.27	0	81.95	57.55	2
cnd 1564	100	100	0	16.67	16.67	76.27	33.33	76.1	68.41	3
Cnd 1590	100	25	0	16.67	16.67	76.27	66.67	77.07	48.17	1
Cnd 2176	100	75	0	100	100	76.27	100	79.02	73.85	5

TABLE 4.8 – classification des conduites selon le scénario 4.

D'après le tableau en remarque que les conduites 1121, 1515, 2176, 1537, 1564 nécessitent pas une intervention de maintenance immédiate par contre nous avons remarqué que la conduite 1590 dans un cas de dégradation avancée ça que nécessite une intervention sur le site.

Le classement de maintenance des conduites se fait selon la note finale dans le tableau (4.8) étape 5.

On remarque que la plus faible note nécessite une intervention plus rapide que la grande note.

Donc le classement final des conduites pour curage comme suit :

✓ 1590 < 1537 < 1564 < 1515 < 2176 < 1121

► La figure suivante présente les poids des critères dans les quatre scénarios.

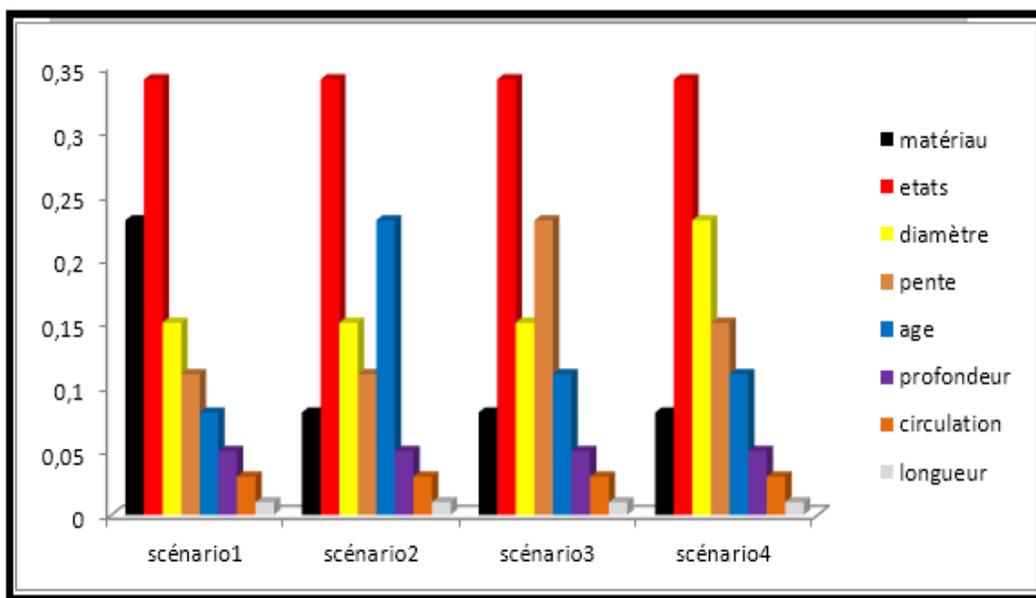


FIGURE 4.6 – poids et critères

- La figure suivante présente le classement final des conduites en fonction des classes.

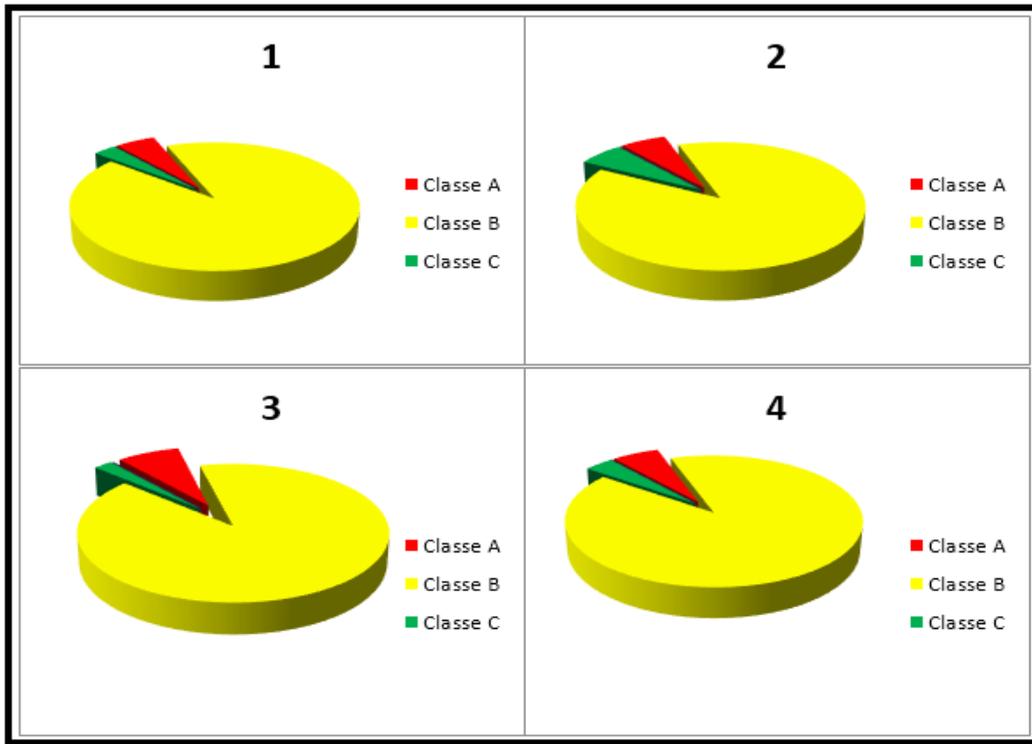


FIGURE 4.7 – classement final des conduits.

Pour les quatre scénarios, on remarque que la plus parts des conduites de réseau d'assainissement sont à la classe B (classe moyenne).

► **Les figures :conduite - scénario :**

La figure suivante présente la note de la conduite 1515 avec la méthode SMART en fonction des quatre scénarios.

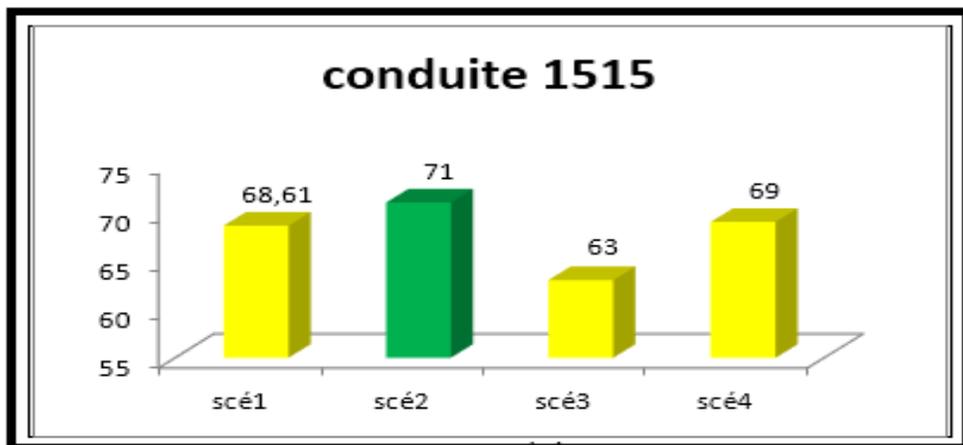


FIGURE 4.8 – conduite N° 1515.

on remarque que la conduite n'a pas changé de classe (classe B, dans les scé 1 ;scé3 ; scé4), mais dans scé 2 elle a changé de classe (la classe B vers la classe C) après la modification dans l'ordre de critère .

On remarque aussi que le critère Age il a influencé le classement de la conduite. Le changement de classe pour la conduite 1515 a causé par l'approche de la limite de seuil de la classe B.

La figure suivante présente la note des conduites 1564, 1121, 1590 et 1537, avec la méthode SMART en fonction des quatre scénarios.

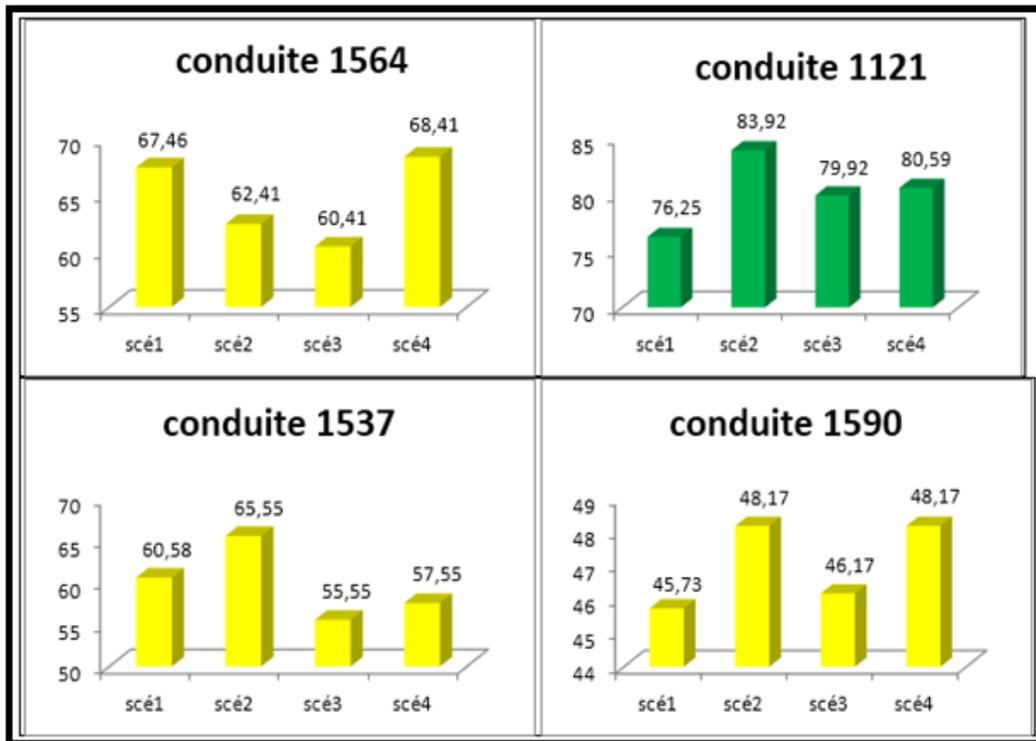


FIGURE 4.9 – les conduites N° 1121 ; 1564 ; 1590 ; 1537.

D'après la figure (4.9), On remarque que les conduites citées ci-avant n'ont pas changé leur classe malgré qu'on a changé les critères dans les différents scénarios. Parce que ces conduites elles sont très loin de seuil.

La figure suivante présente la note de la conduite 2176 avec la méthode SMART en fonction des quatre scénarios.

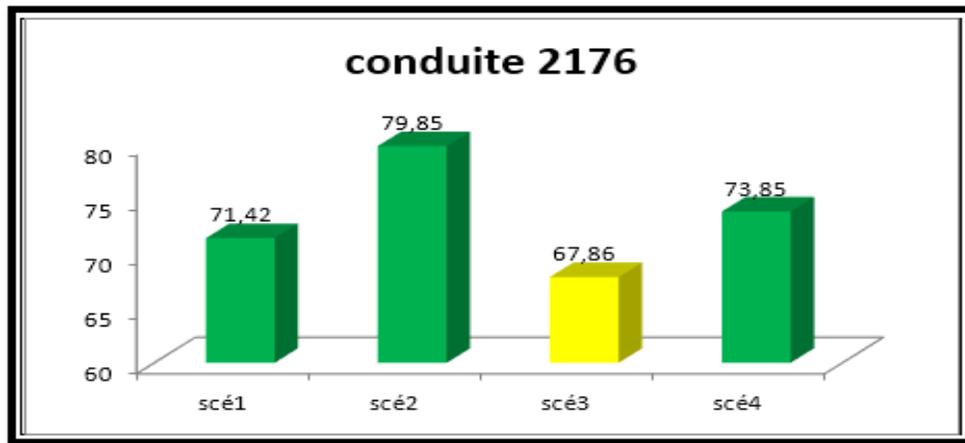


FIGURE 4.10 – conduite N° 2176.

on remarque que la conduite n'a pas changé de classe (classe C, dans les scé 1 ;scé2 ; scé4), mais dans scé 3 elle a changé de classe (la classe C vers la classe B) après la modification dans l'ordre de critère .

On remarque que le critère pente il a influencé le classement de la conduite. Et on remarque aussi que la conduite 2176 elle est a la limite de seuil de la classe C.

▷ **Les figures : scénario - les conduites**

Les figures suivantes présente les notes de chaque conduite avec la méthode SMART en fonction de tous les scénarios.

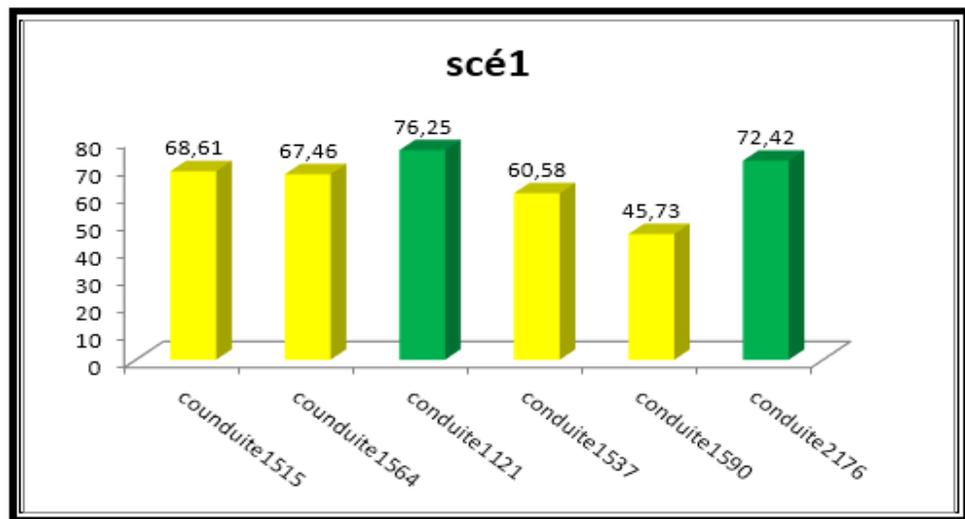


FIGURE 4.11 – les conduites avec scénario 1.

D'après la figure (4.11), Les conduites 1515 ; 1564 ; 1537 et 1590 ont les valeurs 68.61 ; 67.46 ; 60.58 et 45.73 respectivement, appartient à l'intervalle [35-70] qui représente la classe B, et les conduites 1121 et 2176 ont les valeurs 76.25 ; 72.42 qui appartient à l'intervalle [70-100] de la classe C.

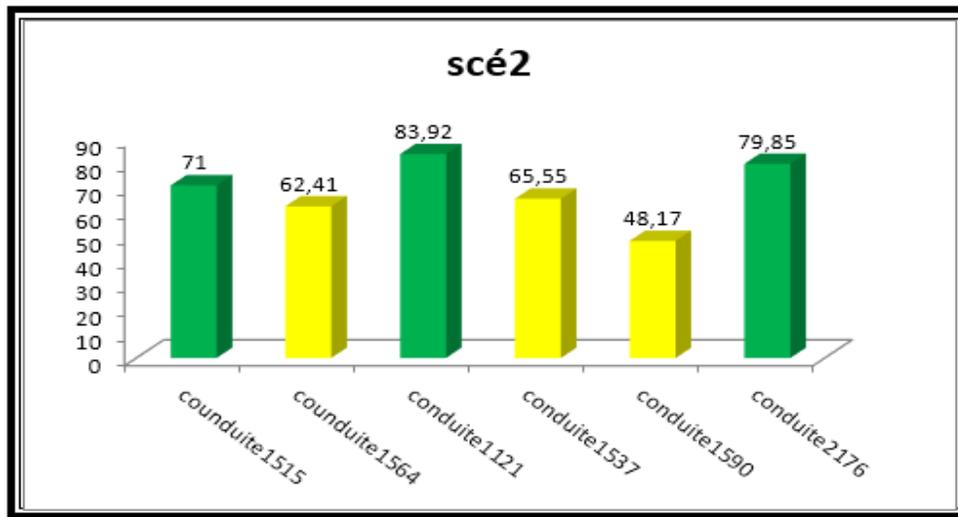


FIGURE 4.12 – les conduites avec scénario 2.

D'après la figure (4.12), La conduite 1515 qui possède une valeur de 71, et la conduite 1121 qui a valeur 83.92, et aussi la conduite 2176 de valeur 79.85 sont dans la classe C, par contre les conduites 1564 ; 1537 et 1590 ont les valeurs 62.41 ; 65.55 et 48.17 respectivement sont de classe B.

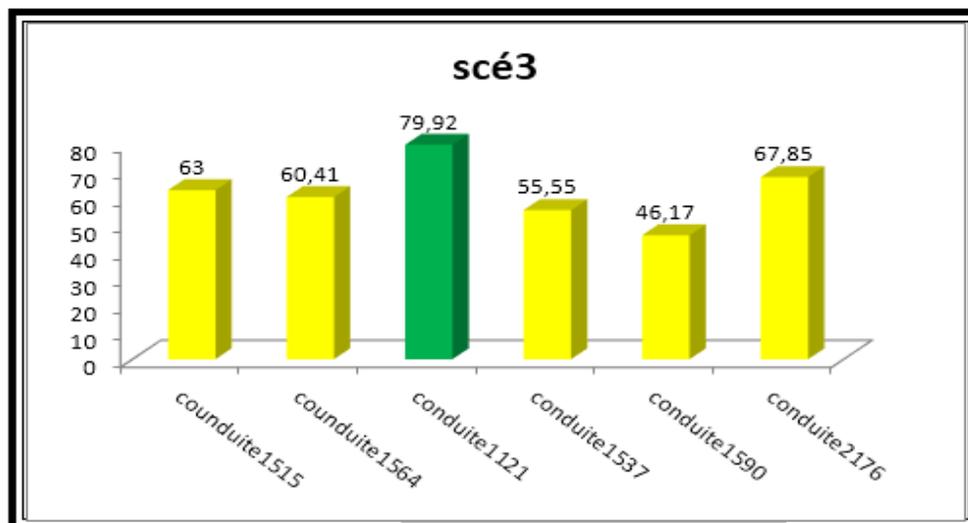


FIGURE 4.13 – les conduites avec scénario 3.

D'après la figure (4.13), les conduites 1515;1564;1537;1590 et 2176 ont les valeurs 63;60.41 ;55.55;46.17 et 67.85 respectivement ,sont dans la classe B , et la conduite 1121 qui a une valeurs 67.85 sont de classe C.

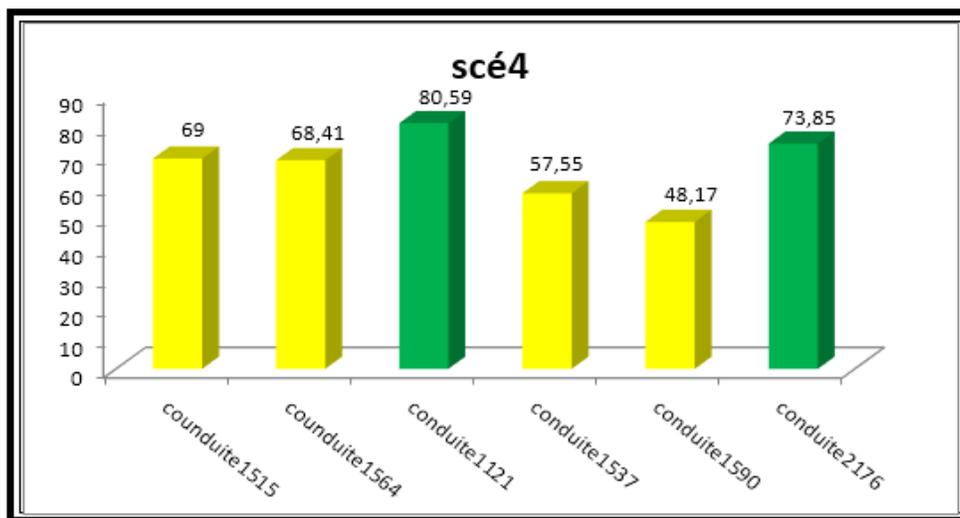


FIGURE 4.14 – les conduites avec scénario 4.

D'après la figure (4.14), Les conduites 1515; 1564; 1537; 1590 ont les valeurs 69;68.41 ;57.55 et 48.17 respectivement ce qui nous donne qu'ils appartiennent à la classe B, par contre la conduite 1121 et 2176 ont les valeurs 80.59 et 73,85 appartiennent à la classe C.

Pour revenir à ce qui procède

- **pour la conduite 1515** : malgré le changement des critères dans les scénarios 1,2 et 3 la conduite n'a pas changé de classe B, mais dans le scénario 2 elle a changé la classe B à la classe C à cause de changement de critère ce qui nous déduit que l'âge a une influence sur la conduite.
- **on a pour les conduites 1564, 1121,1537 ,1590** : malgré le changement des critères dans les scénarios 1, 2, 3,4 la conduite n'a pas changé leur classe.
- **Pour la conduite 2176** : malgré le changement des critères dans les scénarios 1,2 et 4 la conduite n'a pas changé de classe, mais dans le scénario 3 elle a changé la classe de C à la classe B à cause de changement de critère ce qui nous déduit que la pente a une influence sur la conduite.

4.4.3 Deuxième cas (Cas 2)

Pour évaluer le classement des conduites de réseau d'assainissement avec la méthode de SMART et on a utilise quatre scénario avec huit critères.

Le tableau suivant résume les quatre scénarios avec le classement des critères.

Type de scénarios	Classement des critères
Scén1	Matériau > Etats > Diamètre > Pente > Age > Profondeur > Circulation > Longueur
Scén2	Age > Etats > Diamètre > Pente > Matériau > Profondeur > Circulation > Longueur
Scén3	Pente > Etats > Diamètre > Age > Matériau > Profondeur > Circulation > Longueur
Scén4	Diamètre > Etats > Pente > Age > Matériau > Profondeur > Circulation > Longueur

TABLE 4.9 – résumé les quatre scénarios avec le classement des critères.

* **Scénario 1**

• **Étape 1** : Dans ce scénario on a mis les critères selon l'ordre décroissant d'importance suivant :

Matériau > **Etats** > Diamètre > Pente > Age > Profondeur > Circulation > Longueur

Le tableau suivant représente les notes, les poids des critères et les classifications des conduites.

	Me	E	D	I	A	Pr	Cr	L	$U(cnd_i)$	class
valeur	450	300	200	150	100	70	40	10	....	....
Poids	0.34	0.23	0.15	0.11	0.08	0.05	0.03	0.01	....	....
Cnd 1121	50	100	75	66.67	100	8.47	100	91.22	70.75	6
Cnd 1515	50	100	75	0	66.67	76.27	66.67	60.49	63.11	4
Cnd 1537	50	100	25	0	83.33	76.27	0	81.95	55.08	2
cnd 1564	50	100	100	0	16.67	76.27	33.33	76.1	61.96	3
Cnd 1590	0	100	25	0	16.67	76.27	66.67	77.07	34.73	1
Cnd 2176	50	100	75	0	100	76.27	100	79.02	66.92	5

TABLE 4.10 – Classification des conduites selon le scénario 1.

D'après le tableau on remarque que les conduites 1121, 1515, 2176, 1537, 1564 nécessitent pas une intervention de maintenance immédiate par contre nous avons remarqué que la conduite 1590 dans un cas de dégradation avancée ça nécessite une intervention sur le site.

Le classement de maintenance des conduites se fait selon la note finale dans le tableau (4.10) étape 5.

On remarque que la plus faible note nécessite une intervention plus rapide que la grande note.

Donc le classement final des conduites pour curage comme suit :

✓ 1590 < 1537 < 1564 < 1515 < 2176 < 1121

★ **Scénario 2**

● **Étape 1** : Dans ce scénario on a mis les critères selon l'ordre décroissant d'importance suivant :

Age > **Etats** > Diamètre > Pente > Matériau > Profondeur > Circulation > Longueur

Le tableau suivant représente les notes, les poids des critères et les classifications des conduites.

	A	E	D	I	Me	Pr	Cr	L	$U(cnd_i)$	class
valeur	450	300	200	150	100	70	40	10	....	....
Poids	0.34	0.23	0.15	0.11	0.08	0.05	0.03	0.01	....	....
Cnd 1121	100	100	75	66.67	50	8.47	100	91.22	83.92	6
Cnd 1515	66.67	100	75	0	50	76.27	66.67	60.49	67.34	4
Cnd 1537	83.33	100	25	0	50	76.27	0	81.95	63.72	3
cnd 1564	16.67	100	100	0	50	76.27	33.33	76.1	53.24	2
Cnd 1590	16.67	100	25	0	0	76.27	66.67	77.07	39	1
Cnd 2176	100	100	75	0	50	76.27	100	79.02	79.85	5

TABLE 4.11 – Classification des conduites selon le scénario 2.

D'après le tableau en remarque que les conduites 1121, 1515, 2176, 1537, 1564 nécessitent pas une intervention de maintenance immédiate par contre nous avons remarqué que la conduite 1590 dans un cas de dégradation avancée ça que nécessite une intervention sur le site.

Le classement de maintenance des conduites se fait selon la note finale dans le tableau (4.11) étape 5.

On remarque que la plus faible note nécessite une intervention plus rapide que la grande note.

Donc le classement final des conduites pour curage comme suit :

$$\sqrt{1590 < 1537 < 1564 < 1515 < 2176 < 1121}$$

★ **Scénario 3**

● **Étape 1** : Dans ce scénario on a mis les critères selon l'ordre décroissant d'importance suivant :

pente > **Etats** > Diamètre > Age > Matériau > Profondeur > Circulation > Longueur

Le tableau suivant représente les notes, les poids des critères et les classifications des conduites.

	I	E	D	A	Me	Pr	Cr	L	$U(cnd_i)$	class
valeur	450	300	200	150	100	70	40	10	....	....
Poids	0.34	0.23	0.15	0.11	0.08	0.05	0.03	0.01	....	....
Cnd 1121	66.67	100	75	100	50	8.47	100	91.22	76.25	5
Cnd 1515	0	100	75	66.67	50	76.27	66.67	60.49	52	4
Cnd 1537	0	100	25	83.33	50	76.27	0	81.95	44.55	2
cnd 1564	0	100	100	16.67	50	76.27	33.33	76.1	49.41	3
Cnd 1590	0	100	25	16.67	0	76.27	66.67	77.07	35.17	1
Cnd 2176	0	100	75	100	50	76.27	100	79.02	56.85	5

TABLE 4.12 – Classification des conduites selon le scénario 3.

D'après le tableau en remarque que les conduites 1121, 1515, 2176, 1537, 1564 nécessitent pas une intervention de maintenance immédiate par contre nous avons remarqué que la conduite 1590 dans un cas de dégradation avancée ça que nécessite une intervention sur le site.

Le classement de maintenance des conduites se fait selon la note finale dans le tableau (4.12) étape 5.

On remarque que la plus faible note nécessite une intervention plus rapide que la grande note.

Donc le classement final des conduites pour curage comme suit :

$$\checkmark \quad 1590 < 1537 < 1564 < 1515 < 2176 < 1121$$

★ Scénario 4

● **Étape 1** : Dans ce scénario on a mis les critères selon l'ordre décroissant d'importance suivant :

Diamètre > **Etats** > pente > Age > Matériau > Profondeur > Circulation > Longueur

Le tableau suivant représente les notes, les poids des critères et les classifications des conduites.

	D	E	P	A	Me	Pr	Cr	L	$U(cnd_i)$	class
valeur	450	300	200	150	100	70	40	10	....	....
Poids	0.34	0.23	0.15	0.11	0.08	0.05	0.03	0.01	....	....
Cnd 1121	75	100	66.67	100	50	8.47	100	91.22	77.84	6
Cnd 1515	75	100	0	66.67	50	76.27	66.67	60.49	66.25	3
Cnd 1537	25	100	0	83.33	50	76.27	0	81.95	49.30	2
cnd 1564	100	100	0	16.67	50	76.27	33.33	76.1	68.41	4
Cnd 1590	25	100	0	16.67	0	76.27	66.67	77.07	39.92	1
Cnd 2176	70	100	0	100	500	76.27	100	79.02	71.10	5

TABLE 4.13 – Classification des conduites selon le scénario 4.

D'après le tableau en remarque que les conduites 1121, 1515, 2176, 1537, 1564 nécessitent pas une intervention de maintenance immédiate par contre nous avons remarqué que la conduite 1590 dans un cas de dégradation avancée ça que nécessite une intervention sur le site.

Le classement de maintenance des conduites se fait selon la note finale dans le tableau (4.13) étape 5.

On remarque que la plus faible note nécessite une intervention plus rapide que la grande note.

Donc le classement final des conduites pour curage comme suit :

$$\checkmark \quad 1590 < 1537 < 1564 < 1515 < 2176 < 1121$$

La figure suivante présente les poids des critères dans les quatre scénarios.

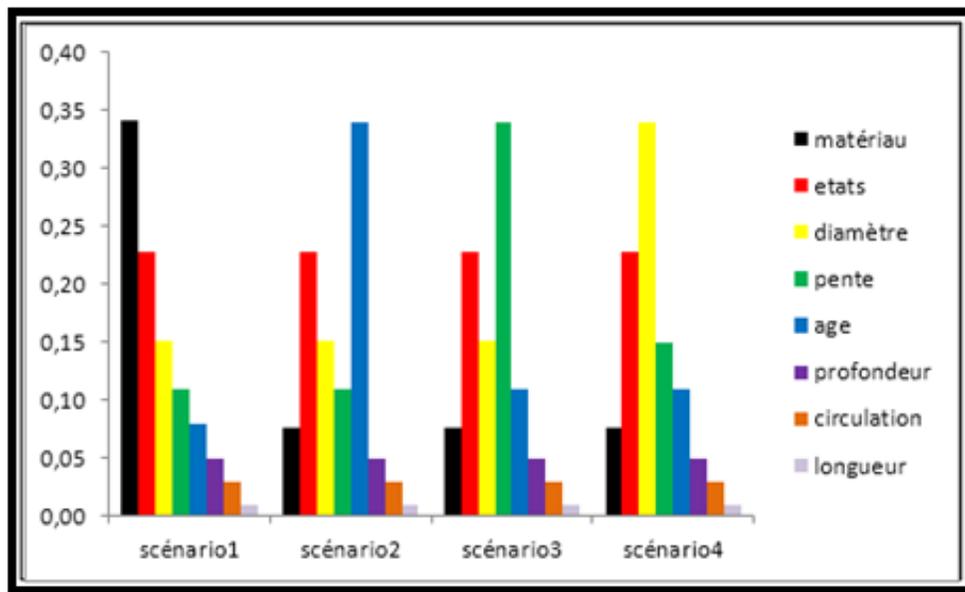


FIGURE 4.15 – poids et critères.

La figure suivante présente le classement final des conduites en fonction des classes. La figure suivante présente les poids des critères dans les quatre scénarios.

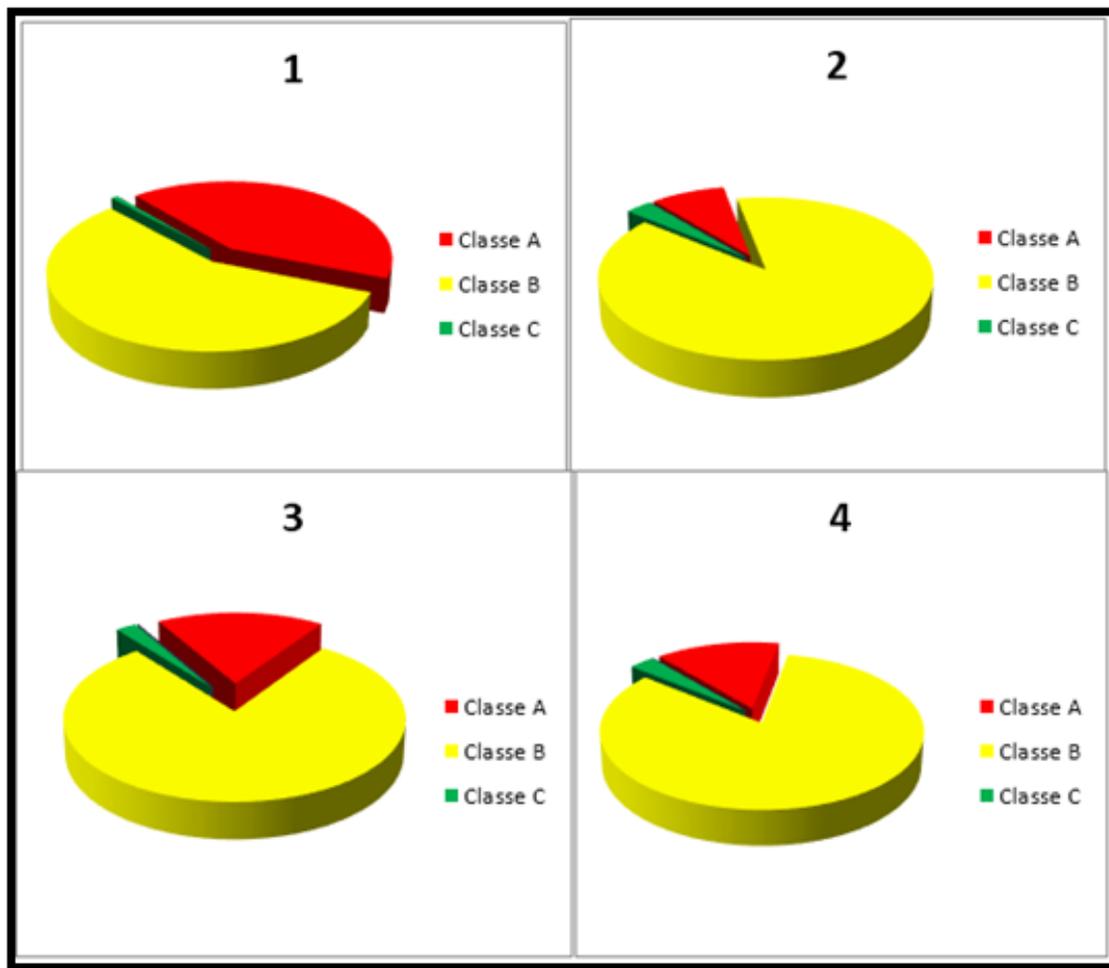


FIGURE 4.16 – classement final des conduites.

On remarque que la majorité des conduites de réseau d'assainissement dans la classe B malgré que on a changé les scénarios.

- Dans le scénario 1 la classe A est augmenté due à l'influence de l'âge et dans les autres scénarios on a les même résultats que le cas 1 .

▷ **Les figure :conduite - scénario**

La figure suivante présente la note des conduites 1564, 1121, 1590 et 1537, avec la méthode SMART en fonction des quatre scénarios.

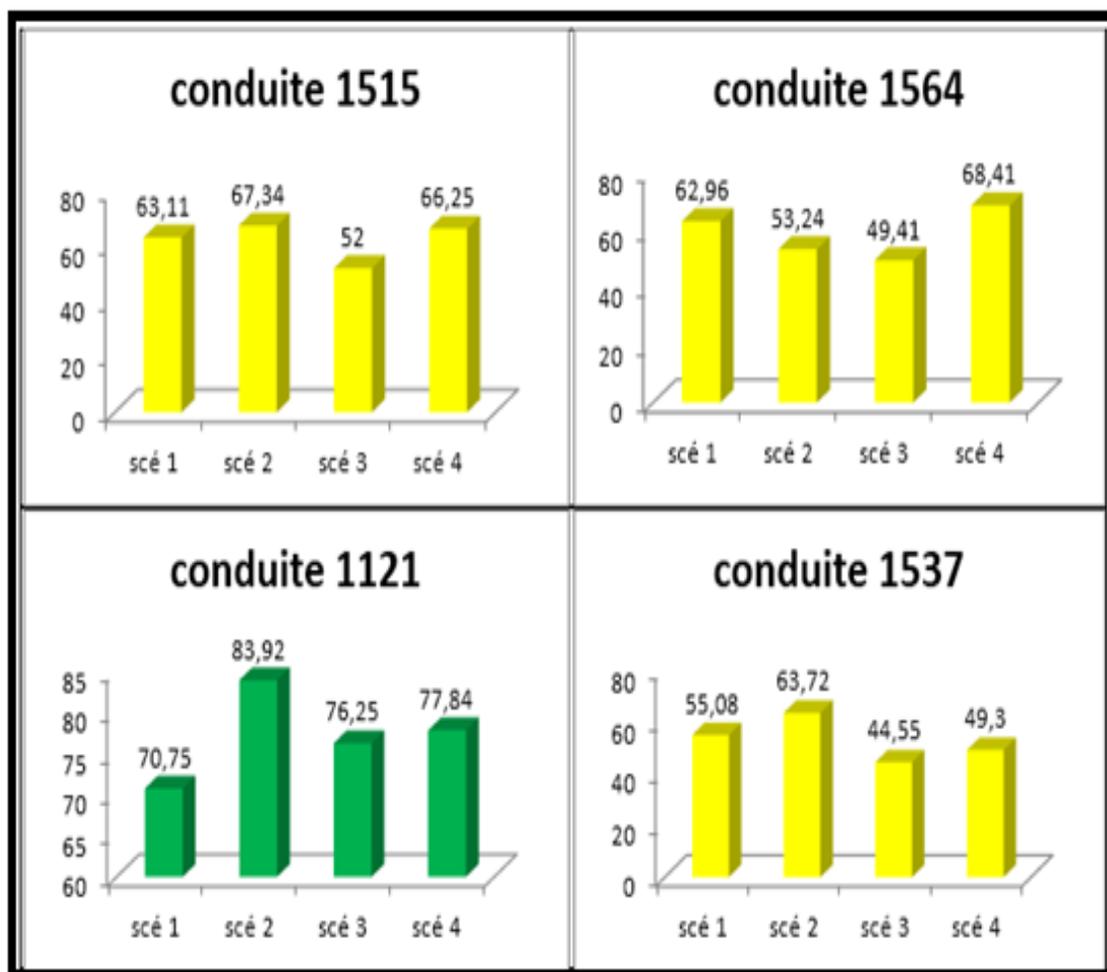


FIGURE 4.17 – les conduites N° 1121 ; 1564 ; 1515 ; 1537.

D'après la figure (4.17), On remarque que les conduites citées dessus n'ont pas changé leur classe malgré qu'on a changé les critères dans les différents scénarios. Parce que ces conduites elles sont très loin de seuil.

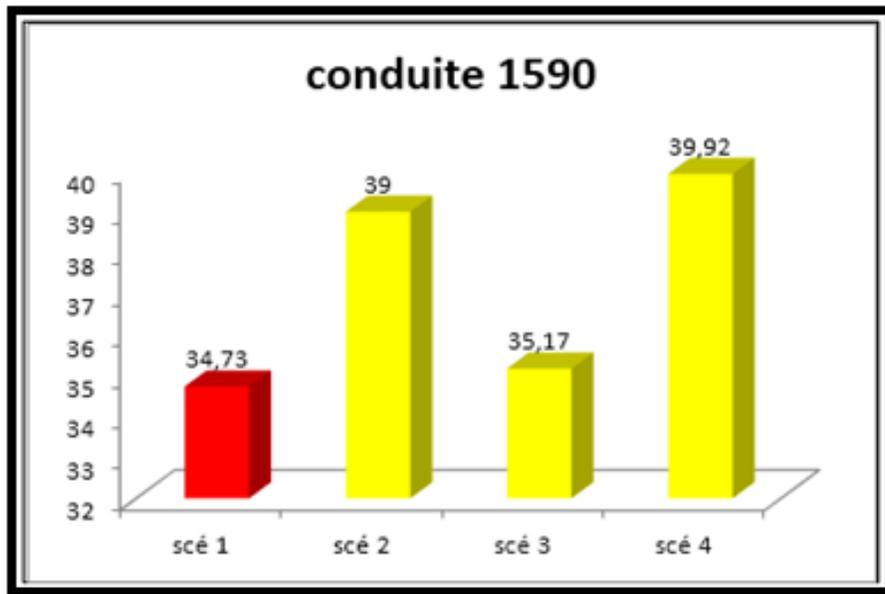


FIGURE 4.18 – la conduite N° 1590.

D'après la figure (4.18), on remarque que la conduite 1590 n'a pas changé de classe B dans les scé 2; scé 3; scé 4 mais dans scé 1 elle a changé la classe B à la classe A après la modification dans l'ordre de critère. Donc le matériau a influencé le classement de la conduite.

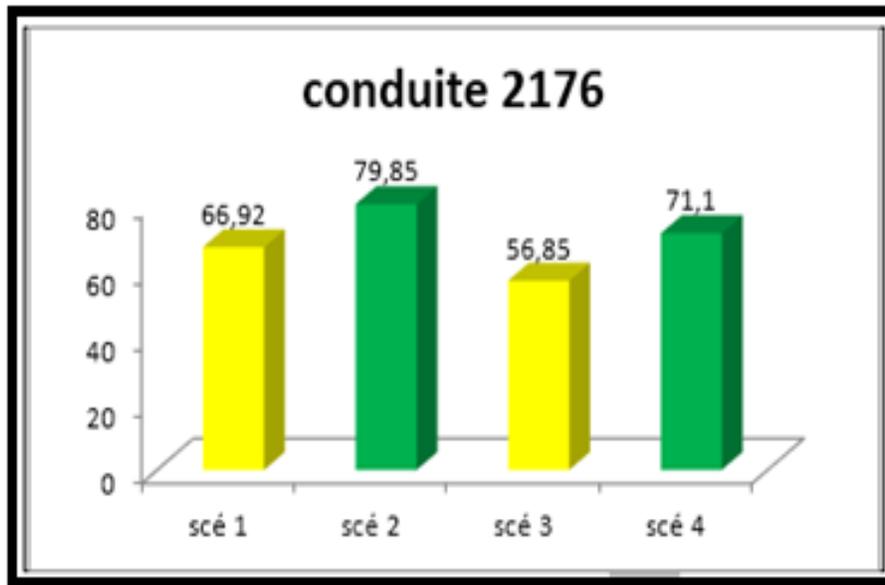


FIGURE 4.19 – la conduite N° 2176.

D'après la figure (4.19), on remarque que la conduite n'a pas changé la classe B dans les scé 1 et scé 3; mais dans scé 2 et 4 elle a changé la classe B à la classe C après la modification dans l'ordre de critère. Dans ce cas l'âge et le matériau ont influencé sur la conduite.

▷ **Les figures : scénario - les conduites**

Les figures suivantes présentent les notes de chaque conduite avec la méthode SMART en fonction de tous les scénarios.

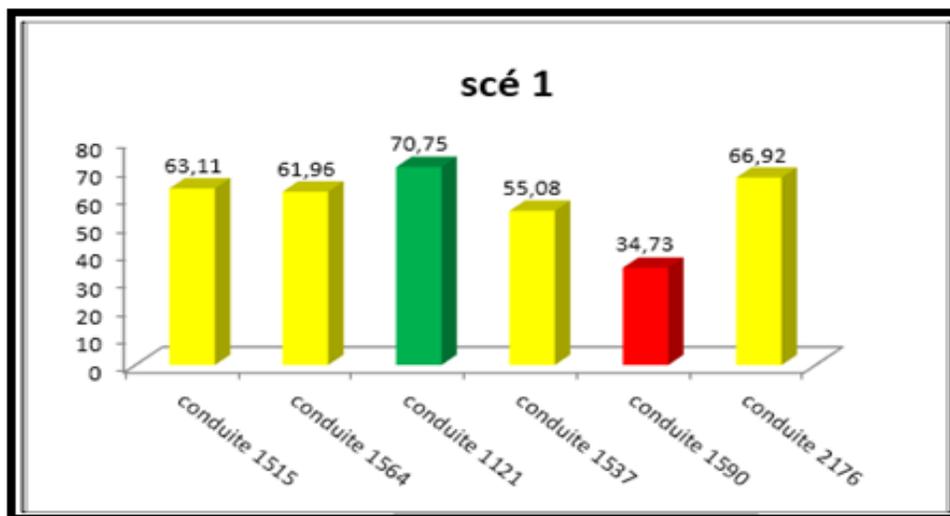


FIGURE 4.20 – les conduites avec scénario 1.

D'après la figure (4.20), les conduites 1515;1564;1537 et 2176 ont les valeurs 63.11;61.96;55.08 et 66.92 respectivement, sont dans la classe B, et la conduite 1121 qui a une valeur de 70.75 est de classe C, par contre la conduite 1590 est de classe A avec une valeur de 34.73.

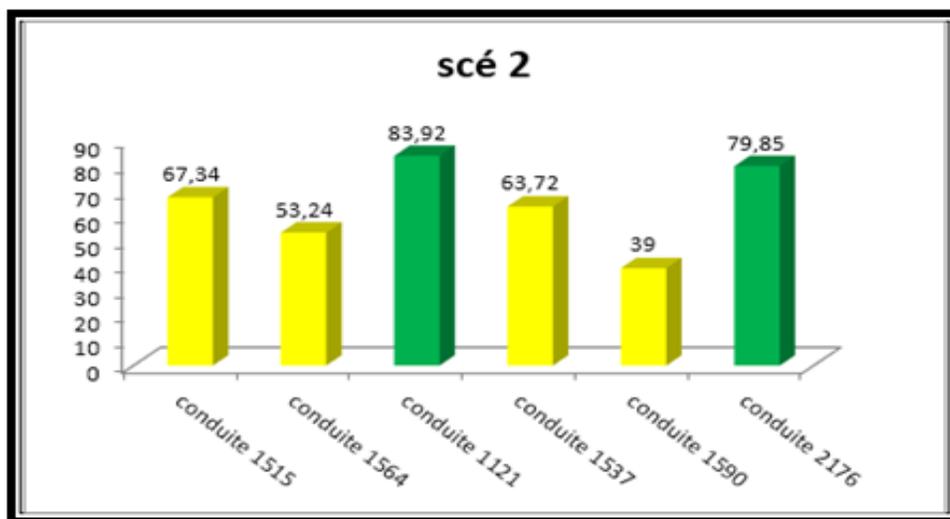


FIGURE 4.21 – les conduites avec scénario 2.

D'après la figure (4.21), Les conduites 1515; 1564; 1537; 1590 ont les valeurs 67.34; 53.24; 63.72 et 39 respectivement ce qui nous donne qu'ils appartiennent à la classe B, par contre

la conduite 1121 et 2176 ont les valeurs 83.92 et 79,85 appartiennent à la classe C.

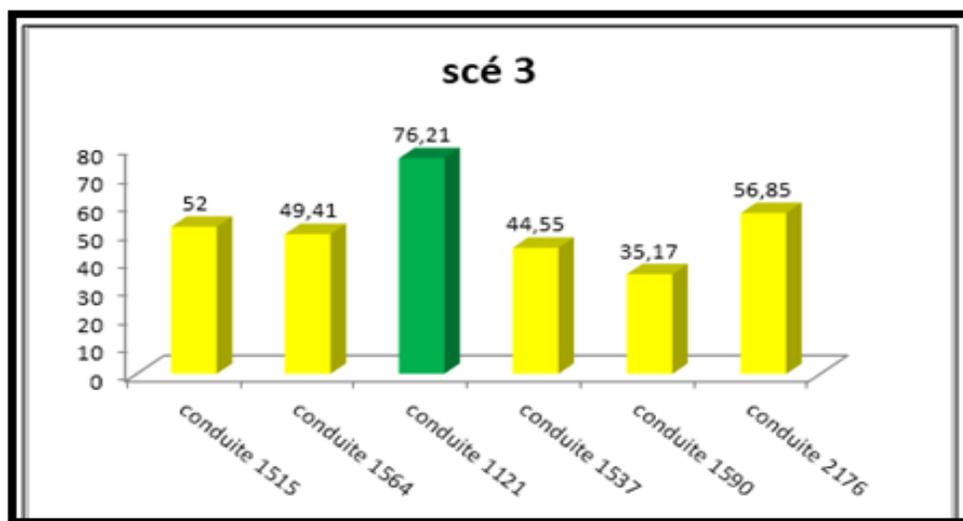


FIGURE 4.22 – les conduites avec scénario 3.

D'après la figure (4.22), les conduites 1515;1564;1537;1590 et 2176 ont les valeurs 52;49.41 ;44.55;35.17 et 56.85 respectivement, sont dans la classe B, et la conduite 1121 qui a une valeurs 76.21 sont de classe C.

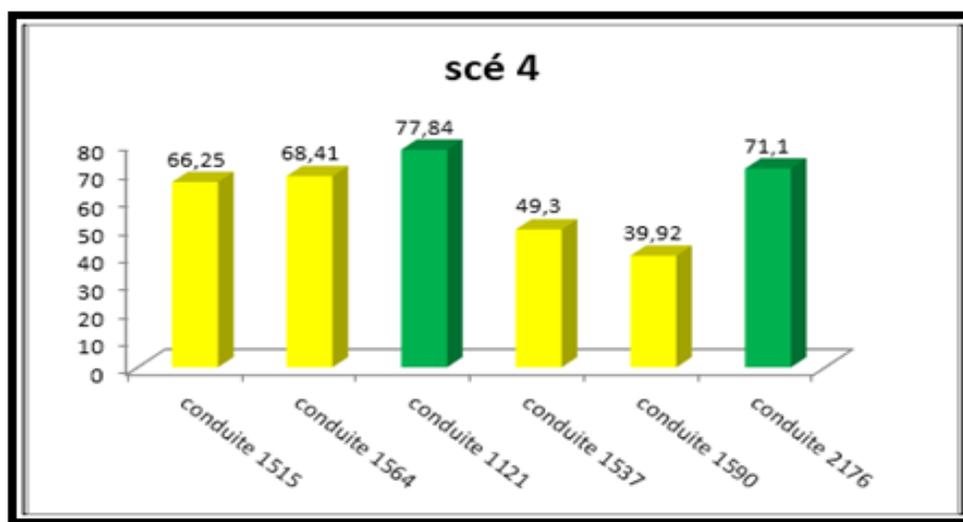


FIGURE 4.23 – les conduites avec scénario 4.

D'après la figure (4.23), Les conduites 1515 ; 1564 ; 1537 et 1590 ont les valeurs 66.25 ; 68.41 ; 49.3 et 39.92 respectivement, appartient à l'intervalle [35-70] qui représente la classe B, et les conduites 1121 et 2176 ont les valeurs 77.84 ; 71.1 qui appartient à l'intervalle [70-100] de la classe C.

Pour revenir à ce qui procède

- **pour la conduite 1590** : malgré le changement des critères dans les scénarios 2,3 et 4 la conduite n'a pas changé de classe B, mais dans le scénario 1 elle a changé la classe B à la classe A à cause de changement de critère ce qui nous déduit que le matériau a une influence sur la conduite.

- **on a pour les conduites 1515, 1121, 1564, 1537** : malgré le changement des critères dans les scénarios 1, 2, 3,4 les conduites n'a pas changé de classe.

- **Pour la conduite 2176** : malgré le changement des critères dans les scénarios 1 et 3 la conduite n'a pas changé de la classe B, mais dans le scénario 2 et 4 il y a un changement de classe, à cause de changement de critère ce qui nous déduit que la pente et l'âge ont un effet sur la conduite.

▷ Les graphes da cas 1 et cas 2

Les figures suivantes reprisant une comparaison entre les deux cas pour chaque scénario.

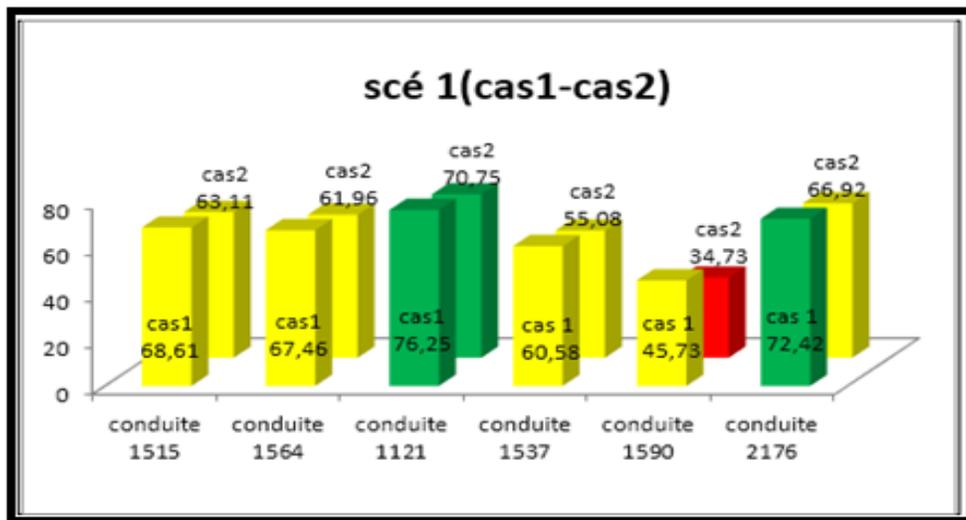


FIGURE 4.24 – la comparaison entre les deux cas pour scénario1.

Dans le scé1, les conduites 1515;1564;1121;1537; n'ont pas changé la classe entre le cas 1 et le cas 2 avec une simple variation de note; par contre, la conduite 1590, elle est dans la classe B avec une valeur de 45.73 dans le 1^{er} cas, mais le 2^{ème} cas avec une valeur de 34,73 elle est donc dans la classe A; aussi pour la conduite 2176, elle est dans la classe C avec la valeur 72,42 dans le 1^{er} cas et un changement de classe dans le 2^{ème} cas avec une valeur de 66,92.

Ce changement de classe dans les deux dernières conduites revient au changement des critères dans le scénario 1 qui est l'état avec le matériau, aussi, on pour la conduite 1590 le 2^{ème} cas est presque dans la limite supérieur de l'intervalle [0-35] et pour la conduite 2176 le 1^{er} cas est presque à la limite inférieur de l'intervalle [70-100].

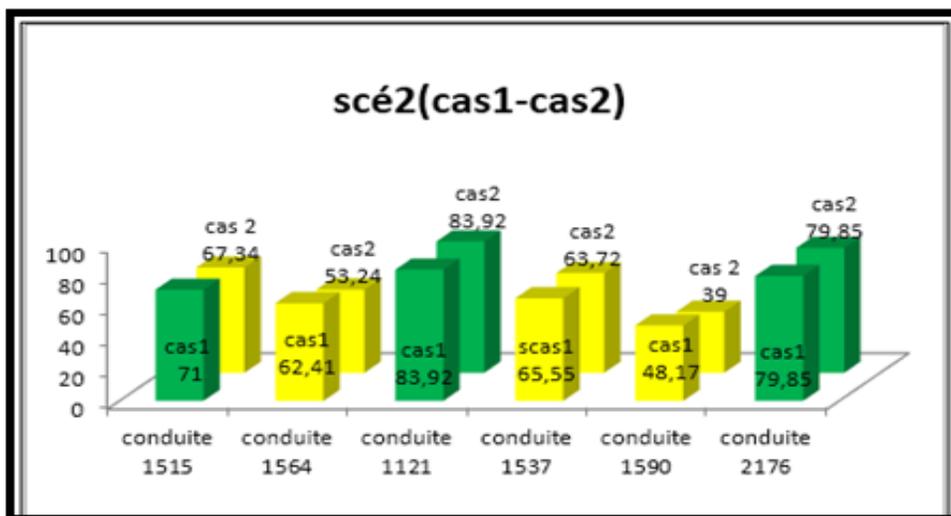


FIGURE 4.25 – la comparaison entre les deux cas pour scénario2.

Dans le scénario 2, les conduites 1564 ; 1121 ; 1537 ; 1590 et 2176 n'ont pas changé la classe dans les 2 cas, mais la conduite 1515 était dans la classe C avec la valeur 71 et elle a changé de classe dans le 2^{ème} cas avec une valeur de 67,34 ; le changement de classe dans ce scénario est à cause du remplacement de l'état par l'âge et la valeur de la conduite 1515 dans le 1^{er} cas se trouve dans la limite de l'intervalle [35-70].

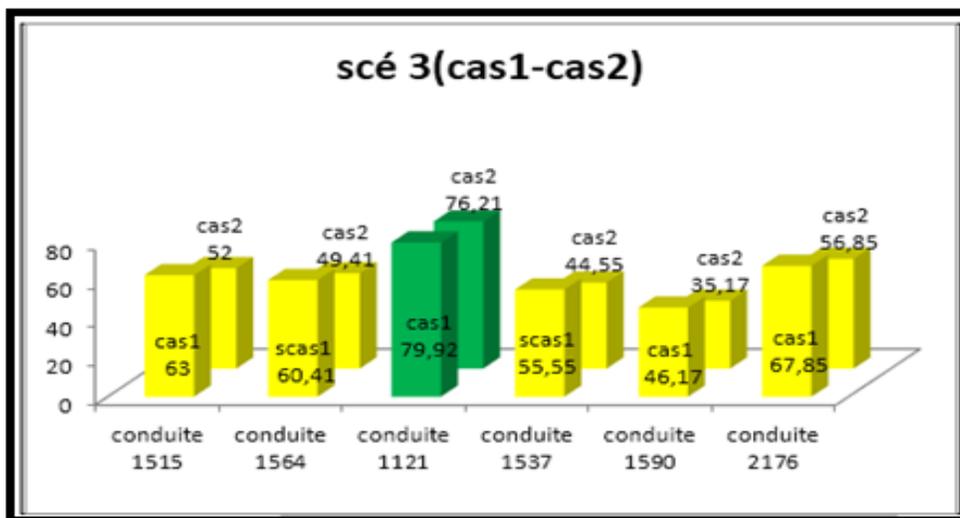


FIGURE 4.26 – la comparaison entre les deux cas pour scénario3.

Pour le scénario 3, on remarque que les conduites 1515 ; 1564 ; 1121 ; 1537 ; 1590 et 2176 restent dans la même classe dans le cas 1 ou le cas 2 malgré la modification dans le changement des critères.

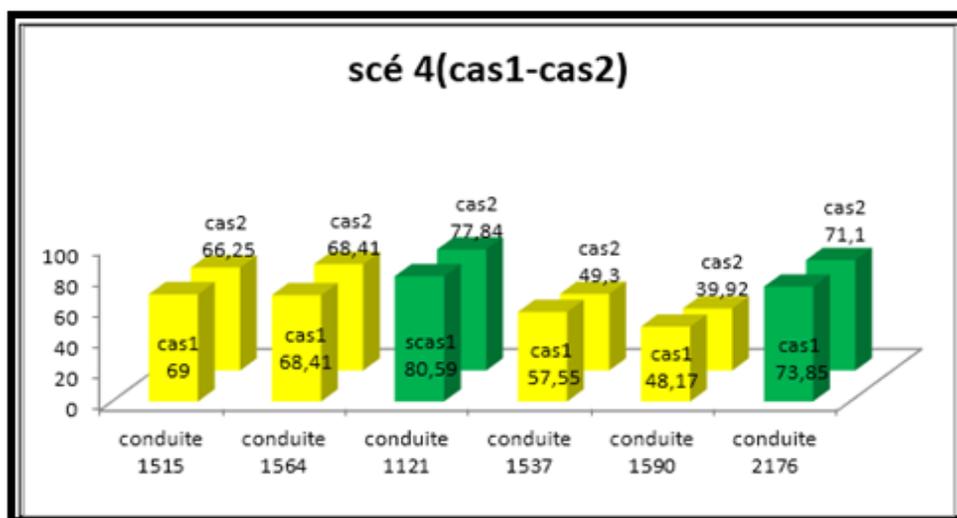


FIGURE 4.27 – la comparaison entre les deux cas pour scénario 4.

Pour le scénario 4 on a aussi pas de changement de classe dans les deux cas 1 et 2; les conduites 1121 et 2176 sont classées à la classe C qui appartient à l'intervalle [70-100] et les conduites 1515; 1564; 1537 et 1590 sont de classe B qui appartient à l'intervalle [35-70].

4.5 Conclusion

Si la note de conduite est très proche à la limite de la classe, elle changera soit à la classe supérieure ou inférieure selon l'intervalle, cela on le remarque quand on change le classement des critères dans les scénarios il aura un changement des classement des conduites.

Dans le cas 2 le scénario 2 et 4 sont les même que le scénario 4 dans le cas 1.

On remarque que le critère Age seul n'influence pas le classement des conduites mais il y a aussi l'influence des autres critères par exemple la conduite 1515 (âge = 39 ans) elle est changé de classement vers classe C et la conduite 1564 et la conduite 1590 (âge = 69 ans) ne change pas de classement malgré ce dernière plus âgée.

On conclu que un seul critère n'influence pas seul sur le classement des conduites, mais il y a l'influence des autre critères.

Conclusion générale

Le réseau d'assainissement spécialement les canalisations sa rentabilité diminue avec le temps, dans le cadre de garantie leurs fonctionnement dans les meilleures conditions et les services.

Dans cette étude on a précisé les problèmes qui sont liées au canaux d'assainissement et évalué leurs position contre le phénomène d'inondation pour intervention de curage.

Cette évaluation est due à une méthode d'aide a la décision multicritère (MADMC) qui est la technique simple d'évaluation multi-attributs (SMART) ,dépend huit (8) critère qui sont : âge , états , matériau, diamètre , longueur , profondeur, circulation et pente, qui ont un effet directe sur les canaux.

On a fait deux cas dans chaque cas on a quatre (4) scénario ,on a le total de huit (8) scénario c'est tout pour mètre disposition un outil d'aide à la prise de décision afin d'amélioré niveau de service de ces réseaux.

Nous avons classé les conduites à trois (3) classes :

- Classe A : mauvaise classe.
- Classe B : moyenne classe.
- Classe C : bonne classe.

A partir de ce classement on vue les canaux qui nécessite la priorité d'intervention de curage dans notre réseau.

On conclu que un seul critère n'influence pas seul sur le classement des conduites, mais il y a l'influence des autre critères.

Bibliographie

- [1] Maksimovic.C et Tejada-Guibert.J.A, « Les nouvelles frontières de la gestion urbaine de l'eau ». Edition : Roche Pierre-Alain, Paris, 2001.
- [2] Souad A.A, « Étude de diagnostic du réseau D'assainissement de la ville de Cheréa wilaya de Blida ». Mémoire de fin d'étude en vue de l'obtention du diplôme d'ingénieur d'état en hydraulique, École nationale supérieure de l'hydraulique, Blida, 2003.
- [3] Joseph wéthe, (cours 2009)d'assainissement des eaux usées qui soit adéquat et efficace , cours d'assainissement urbain . mémoire réduction des couts - Djariri - Lowres .
- [4] Bengassem, J, « Élaboration d'un système d'aide au diagnostique hydraulique et structural des réseaux d'assainissement urbains ». Thèse de doctorat, École de Technologie Supérieure, Université du Québec, (2001).
- [5] Boualalem.S, « Eau et l'assainissement pour un développement durable », Mémoire de fin d'étude pour l'obtention du diplôme de master en hydraulique, Université Abou-Baker Belkaïd , Tlemcen, 2013.
- [6] Ndiaye.O et Sarr.AG, « Étude du plan directeur d'assainissement de Touba », Projet de fin d'études en vue de l'obtention du diplôme d'ingénieur de conception, Département génie civil, Université Cheikh ANTA DIOP de Dakar, Sénégal, 2007.
- [7] Deutc. J .C, « Instruction Technique Relative Aux Réseaux D'assainissement Des Agglomérations », Edition ENPC (Ecole Nationale De Ponts Et Chaussées, Paris) CEREVER (Centre d'enseignement et de recherche eau ville environnement France), 2000.
- [8] <http://www.cepralmar.org/documents/note-sur-la-gestion-qualitative-des-eaux-pluviales>, PDF, (Consulté le19/03/2015).
- [9] Ghali.S, « Etude d'un schéma directeur d'assainissement de la ville Marsa Ben M'hidi ». Projet de fin d'étude pour l'obtention du diplôme master en hydraulique, Université Abou Bekr Belkaid, Tlemcen, 2012.
- [10] <http://www.Réseau d'assainissement Conception, calcul de débits>. PDF, (Consulté le 18/04/2015).

- [11] C. Gomella et H. Guerrée, « Guide technique de l'assainissement dans les agglomérations urbaines et rurales » ; mémoire de fin d'études pour étude du réseau au d'assainissement de village El Dbil (wilaya de m ?sila), 1986.
- [12] Zoubiri.F, 2005, « Étude d'un réseau d'assainissement de la ville de HADJOUT, de la commune de Hadjout, wilaya de Tipaza », Mémoire de fin d'études pour l'obtention du diplôme d'ingénieur d'état en hydraulique, Option : Conception des systèmes d'assainissement, École nationale supérieure de l'hydraulique ENSH-Blida.
- [13] Azira.K, 2005, « Étude de la réhabilitation du réseau d'assainissement de la ville de Boughzoul wilaya de Médéa ». Mémoire de fin d'études pour l'obtention du diplôme d'ingénieur d'état en hydraulique, Option : Conception des systèmes d'assainissement, École nationale supérieure de l'hydraulique ENSH-Blida.
- [14] Haddad.A, 2005, « Diagnostic et extension du réseau d'assainissement de la ville de Hadjout wilaya de Tipaza », Mémoire de fin d'études pour l'obtention du diplôme d'ingénieur d'état en hydraulique. Option : Conception des systèmes d'assainissement, École nationale supérieure de l'hydraulique ENSH-Blida.
- [15] Dr Salah Boualem polycopé d'assainissement, E.N.S.H. Blida, 2007.
- [16] Marc. S et Béchir. S, 2006, « guide technique d'assainissement ». Edition le Moniteur. Paris.
- [17] Cherifi.A, « Rénovation du réseau D'assainissement de la ville de Boudouaou (w. Boumerdes)», Mémoire de fin d'études Pour l'obtention du diplôme d'ingénieur d'état en hydraulique, Option : Conception des systèmes d'assainissement, École nationale supérieure de l'hydraulique. ENSH-Blida, 2005.
- [18] Manuel réseaux égouts pathologies diagnostics interventions pages 5 à 34/Février 2012.
- [19] Ziani Y, Zirar A, « Concept d'un diagnostic d'un réseau d'assainissement ». Projet de fin d'étude pour l'obtention du diplôme Master en hydraulique « eau, sol et aménagement » option : espace urbain. Université Abou Bekr Belkaid, Tlemcen, 2015.
- [20] Baker, D., Bridges, D., Hunter, R., Johnson, G., Krupa, J., Murphy, J., Sorenson, K., « Guidebook to Decision-Making Methods.WSRC-IM - 2002 - 0002 ».Department of Energy, United States.
- [21] Roy.B, Slowinski.R, Treichel.W, Multicriteria programming of water supply systems for rural areas, Water Resources Bulletin, 28 (1), pp. 13-31, (1992).
- [22] Vincke.P, L'aide multicritère à la décision, Édition Ellipses, Paris.
- [23] Roy.B, « Méthodologie multicritère d'aide à la décision », 423 p, Paris : Economica, 1985.

- [24] Saaty, T. L, The Analytic Hierarchy Process, McGraw-Hill, New York,(1980).
- [25] KESSILI .A, thèse de doctorat « Élaboration d'outil d'aide a l'exploitation des réseaux d'assainissement cas d'application ;les réseaux d'assainissement d'Alger » université de A.MIRA,BEJAIA,, 2016.
- [26] Yoon, K. et Hwang, C, Topsis « technique for order preference by similarity to ideal solution » a multiple attribute decision making, w : Multiple attribute decision making methods and applications, a state-of-theat survey, 1981.
- [27] YANG T. et al YANG T. HUNG CC, « Multiple-attribute decision making methods for plant layout design problem », Robotics and Computer-Integrated Manufacturing 23-126-137, (2007).
- [28] Keeney et Raifa, Keeney R, Raifa H. « Decision with Multiobjectives, Preferences and Value Trade » -Offs. Wiley, New York, 1976.
- [29] Farquhar, Farquhar P. Utility Assessment Methods. Management Science, Vol. 30, N°11, pp 1283-1300, 1984.
- [30] Vincke Ph, « L'aide Multicritère à la Décision ». Editions de l'Université de Bruxelles. Bruxelles, 1989.
- [31] Jacquet-Lagrange et Siskos, Jacquet-Lagrange E, Siskos J, « Assessing a Set of Additive Utility Functions for Multicriteria decision Making, the UTA Method », European Journal of Operational Research, Vol10, N°2, p 151-164, 1982.
- [32] Voogd, Voogd H, « Multicriteria Evaluation for Urban and Regional Planning », Pion Ltd, London.
- [33] Brans J.P, « Élaboration d'instruments d'aide à la décision : méthode Promethee », déjà cité, p 5.
- [34] Jean Marc Harventg, Article :« Les méthodes de sur classement », L'université libre de Bruxelles, Belgique, 2005, p 10.
- [35] Roy B. et al Roy B, Bertier P. : « La Méthode Electre II, une Méthode de Classement en Présence de Critères Multiples ». Note de travail 142, Direction Scientifique, Sema, Paris, 1971.
- [36] Schärliig 1996, Schärliig A, Pratiquer Electre et Prométhée, Presses polytechniques et universitaires romandes, Lausanne.
- [37] Roy et Bertier, Roy B, Bertier P, La Méthode Electre II, une Méthode de Classement en Présence de Critères Multiples, Note de travail 142, Direction Scientifique, Sema, Paris 1971.

- [38] Ayadi D. et al, Ayadi D, Azzabi L, Kobi A, Robledo C, Chabchoub H, Boujelbene Y, « Pilotage des processus du système management de la qualité : une approche multicritère pour la prise de décision » conférence internationale Maîtrise et Management des Risques Industriels, M2RI 2008.
- [39] Papadopoulos A. et al, KARAGIANNIDIS A, « Application of the multi-criteria analysis method Electre III for the optimisation of decentralised energy systems », Omega 36- 766 ? 776, (2008).
- [40] Roy, Roy B. Electre III, un Algorithme de Classement Basé sur une Représentation Floue des Préférences en Présence de Critères Multiples. Cahiers du CERO, Vol 20, N°2 1, p3 24, 1978.
- [41] SHANIAN A, MILANI A S, CARSON C, ABEYARATNE RC, : « A new application of ELECTRE III and revised Simos' procedure for group material selection under weighting uncertainty », Knowledge-Based Systems, (2008), Thèse de doctorat optimisation multicritere de la fiabilité : Application du modele de goal programming Avec les fonctions de satisfactions dans L'industrie de traitement de gaz ecole doctorale de SFAX.
- [42] Roy et Hugonnard, Roy B, Hugonnard J, Ranking of Suburban Line Extension Projects for the Paris Metro System by a Multicriteria Method, Transportation Research, Vol 16, p301-312. 1982.
- [43] MOUSSEAU V. et al, MOUSSEAU V, SLOWINSKI R, Zielniewicz P, : « A useroriented implementation of the ELECTRE TRI method integrating preference elicitation support », Computers Operations Research 27, 757- 777,(2000).
- [44] Ecosta CA et al , Ecosta CA, VANSNICK JC, : « MACBETH, London School of Economics», Dpt of Operational Research, Working paper 03-56, (2003).
- [45] Civille V et al Civille V et Berrah L, : « Une approche multicritère pour l'aide a la sélection de portefeuilles de projets » 6e Conférence Francophone de Modélisation et Simulation - MOSIM'06 - du 3 au 5 avril, (2006).
- [46] Charnes et Cooper, Charnes A, Cooper WW. Management Models and Industrial Applications of Linear Programming. Wiley, New York, 1961.
- [47] Flavell 1976 Flavell R.B. A New Goal Programming Formulation. Omega, N°4.
- [48] Ijiri, Ijiri Y, Management Goals and Accounting for Control, North Holland, Amsterdam, 1965.
- [49] Vincke Ph. L'aide Multicritère à la Décision. Editions de l'Université de Bruxelles. Bruxelles 1989.

- [50] Abdelkader Hammami, 2003, :thèse de doctorat pour : « Modelisation Technico- Economique D'une Chaine Logistique Dans Une Entreprise Reseau » De L'école Nationale Supérieure des Mines de Saint-Etienne (Université Jean Monnet, Saint-Etienne, France).
- [51] Timmerman, Timmerman E, An approach to Vendor Performance Evaluation, Journal of Purchasing and Materials Management, 1986 .
- [52] Guitouni, Guitouni A. L'ingénierie du Choix d'une Procédure d'Agrégation Multicritère, Thèse de Doctorat, Université Laval, 1998.
- [53] Edwards, Edwards W ,Social utilities, Engineering Economist, Summer Symposium Series 6, pp.119-129, 1971.
- [54] Bouainah Oussama et Alioua Naddir, mémoire de fin d'études pour Contribution à la gestion des risques urbains dans la ville de Jijel Etude de cas : le quartier « Belle Vue », 2016.

Annexe

VII. Annexe :

1/. le tableau suivant représente les résultats finaux de 135 collecteurs de la ville de Jijel avec la méthode SMART (le 1^{er} cas)

- ✓ Le rouge représente la mauvaise classe (la classe A).
- ✓ Le jaune représente la moyenne classe (la classe B).
- ✓ Le vert représente la bon classe (la classe C).

scénario 1		scénario 2		scénario 3		scénario 4	
25,08	826	27,55	826	25,55	826	25,55	826
25,09	827	27,56	827	25,56	827	25,56	827
26,33	1587	30,79	1595	27,27	1587	27,27	1587
28,32	1595	31,16	1545	28,79	1595	30,79	1595
28,73	1545	31,21	1546	29,16	1545	31,16	1545
28,77	1546	31,22	1596	29,21	1546	31,21	1546
28,77	1596	31,27	1587	29,22	1596	31,22	1596
38,13	1211	33,13	1211	31,13	1211	33,13	1211
40,44	1566	36,88	1210	34,88	1210	38,88	1210
40,66	1567	40,12	1520	38,12	1520	40,41	1566
41,76	1573	40,41	1566	40,41	1566	40,59	1567
41,88	1210	40,59	1567	40,59	1567	42,22	1573
42,00	1185	43,19	347	41,19	347	42,44	1185
42,09	813	44,22	1573	42,22	1573	42,55	813
42,09	824	44,38	740	42,38	740	42,56	824
42,10	825	44,38	346	42,38	346	42,57	825
42,11	821	44,44	1185	42,44	1185	42,58	821
42,11	806	44,55	813	42,55	813	42,58	806
42,94	1561	44,56	824	42,56	824	43,92	1561
43,39	1543	44,57	825	42,57	825	44,12	1520

Annexe

43,41	816	44,58	821	42,58	821	44,38	816
45,09	1520	44,58	806	42,58	806	45,96	1543
45,30	1559	44,96	741	42,96	741	46,91	1513
45,53	1556	44,97	814	42,97	814	47,76	1559
45,70	1555	45,06	739	43,06	739	48,01	1556
45,71	1601	45,23	348	43,92	1561	48,12	1555
45,72	1557	45,36	349	43,96	1543	48,13	1601
45,72	1558	45,96	1543	44,38	816	48,15	1557
45,72	1550	46,91	1513	44,91	1513	48,15	1558
45,72	1560	47,76	1559	45,76	1559	48,16	1550
45,73	1592	47,92	1561	46,01	1556	48,16	1560
45,73	1590	48,01	1556	46,12	1555	48,17	1592
45,74	1593	48,12	1555	46,13	1601	48,17	1590
45,74	1553	48,13	1601	46,15	1557	48,17	1593
45,74	1603	48,15	1557	46,15	1558	48,17	1553
45,74	1588	48,15	1558	46,16	1550	48,17	1603
45,74	1586	48,16	1550	46,16	1560	48,17	1588
45,74	1605	48,16	1560	46,17	1592	48,17	1586
45,74	1584	48,17	1592	46,17	1590	48,17	1605
45,74	1598	48,17	1590	46,17	1593	48,17	1584
45,74	1594	48,17	1593	46,17	1553	48,18	1598
45,74	1604	48,17	1553	46,17	1603	48,18	1594
45,74	1585	48,17	1603	46,17	1588	48,18	1604
45,75	1591	48,17	1588	46,17	1586	48,18	1585
45,75	1589	48,17	1586	46,17	1605	48,19	1591
45,75	1583	48,17	1605	46,17	1584	48,19	1589

Annexe

45,75	1600	48,17	1584	46,18	1598	48,19	1583
45,75	1581	48,18	1598	46,18	1594	48,19	1600
45,77	1602	48,18	1594	46,18	1604	48,19	1581
45,77	812	48,18	1604	46,18	1585	48,21	1602
45,78	1549	48,18	1585	46,19	1591	48,22	812
45,78	1612	48,19	1591	46,19	1589	48,23	1549
45,79	1582	48,19	1589	46,19	1583	48,24	1612
45,82	692	48,19	1583	46,19	1600	48,25	1582
45,83	822	48,19	1600	46,19	1581	48,28	692
45,84	819	48,19	1581	46,21	1602	48,29	822
45,84	818	48,21	1602	46,22	812	48,31	819
45,84	817	48,22	812	46,23	1549	48,31	818
45,86	1608	48,23	1549	46,24	1612	48,31	817
45,94	815	48,24	1612	46,25	1582	48,33	1608
46,14	1597	48,25	1582	46,28	692	48,37	815
46,53	805	48,28	692	46,29	822	48,53	1597
47,07	350	48,29	822	46,31	819	48,72	1119
47,07	828	48,31	819	46,31	818	48,95	805
47,08	1544	48,31	818	46,31	817	49,19	347
47,43	1554	48,31	817	46,33	1608	49,46	350
48,12	347	48,33	1608	46,37	815	49,57	358
49,37	740	48,37	815	46,53	1597	49,63	1519
49,38	346	48,38	816	46,95	805	49,87	1554
49,39	1599	48,53	1597	47,23	348	50,34	828
49,46	1568	48,95	805	47,36	349	50,38	740
49,49	1614	49,38	1119	47,46	350	50,38	346

Annexe

85

50,00	741	49,46	350	47,57	358	50,96	741
50,00	814	49,57	358	47,63	1519	50,97	814
50,06	348	49,63	1519	49,87	1554	50,99	1544
50,10	739	49,66	1544	49,97	1615	51,06	739
50,16	349	49,67	828	50,06	1616	51,97	1615
51,77	1513	51,82	1599	50,11	1568	52,00	1523
51,81	1177	51,96	1614	50,97	1617	52,06	1616
53,14	1613	52,11	1568	51,11	1618	52,56	348
53,17	1569	53,15	359	51,25	1619	52,69	349
53,22	1574	53,97	1615	51,38	1119	52,73	1535
54,28	1119	54,06	1616	51,66	1544	52,97	1617
54,49	358	54,21	1212	52,73	1535	53,11	1618
54,59	1519	54,38	1177	52,73	2175	53,16	1599
55,41	1570	54,67	1523	53,65	1574	53,25	1619
56,47	1615	54,97	1617	53,74	1532	53,29	1614
56,54	1616	55,11	1618	53,82	1599	53,74	1532
56,74	1606	55,25	1619	53,96	1614	54,49	359
57,15	1523	55,60	1613	54,03	1628	54,73	2175
57,53	1617	55,65	1574	54,29	1626	56,11	1568
57,64	1618	55,84	1569	54,65	1625	56,38	1177
57,73	1535	56,03	809	54,65	1624	57,21	1527
57,77	1619	56,03	1628	54,67	1523	57,54	1212
58,10	359	57,97	1570	54,96	1623	57,55	1537
58,18	2175	58,29	1626	55,15	359	57,55	1539
58,81	1532	58,61	1541	55,21	1527	57,98	1534
58,99	1212	58,63	1542	55,55	1537	58,27	1613

Annexe

60,22	1527	58,65	1625	55,55	1539	58,29	1626
60,50	1521	58,65	1624	55,66	1521	58,32	1526
60,58	1537	58,96	1623	55,67	828	58,65	1625
60,58	1539	59,18	1606	55,91	1522	58,65	1624
60,69	1522	59,25	1565	55,98	1534	58,69	809
60,83	1626	59,87	1554	56,21	1212	58,96	1623
60,90	1628	60,73	2175	56,58	2177	59,65	1574
60,91	809	62,18	1627	56,61	1541	59,66	1521
61,04	1534	62,41	1564	56,63	1542	59,91	1522
61,23	1625	62,73	1535	56,81	2188	60,03	1628
61,23	1624	62,81	2188	57,25	1565	60,10	1511
61,49	1623	63,74	1532	57,84	1569	60,58	2177
62,00	2177	64,58	2177	58,18	1627	60,81	2188
62,03	1526	64,77	1511	59,24	1524	60,86	1530
62,16	1511	65,21	1527	59,27	1525	61,17	1569
62,46	1530	65,55	1537	59,53	808	61,78	1518
63,06	2188	65,55	1539	59,85	1533	62,68	1536
63,43	1541	65,66	1521	59,97	1570	62,72	1538
63,45	1542	65,91	1522	60,41	1564	63,18	1606
63,89	1518	65,98	1534	60,77	1511	63,24	1524
64,21	1565	66,45	1518	60,99	1526	63,25	1565
64,28	1524	66,99	1526	61,53	1530	63,27	1525
64,31	1525	67,53	1530	61,60	1613	63,31	1570
64,34	1536	69,24	1524	62,03	809	63,50	1529
64,38	1538	69,27	1525	62,45	1518	63,53	808
64,59	808	69,34	1536	63,00	1515	63,85	1533

Annexe

87

64,76	1627	69,39	1538	63,16	1514	64,18	1627
64,88	1533	69,53	808	63,34	1536	64,61	1541
65,88	1529	69,85	1533	63,39	1538	64,63	1542
67,46	1564	70,83	1529	64,38	1177	68,41	1564
68,61	1515	71,00	1515	65,32	1512	69,00	1515
68,73	1514	71,16	1514	67,85	2176	69,16	1514
69,27	1531	73,32	1512	68,83	1529	70,41	1531
70,73	1512	74,41	1531	69,18	1606	73,32	1512
72,40	1516	75,08	1516	75,08	1516	73,85	2176
72,42	2176	79,85	2176	76,41	1531	75,75	1516
76,25	1121	83,92	1121	79,92	1121	80,59	1121

2/. le tableau suivant représente les résultats finales de 135 collecteurs de la ville de Jijel avec la méthode SMART (le 2^{ème} cas)

scénario 1		scénario 2		scénario 3		scénario 4	
19,58	826	23,88	826	20,05	826	20,05	826
19,59	827	23,89	827	20,06	827	20,06	827
20,83	1587	27,12	1595	21,77	1587	21,77	1587
22,82	1595	27,50	1545	23,29	1595	28,04	1595
23,23	1545	27,54	1546	23,66	1545	28,41	1545
23,27	1546	27,55	1596	23,71	1546	28,46	1546
23,27	1596	29,41	1566	23,72	1596	28,47	1596
29,44	1566	29,44	1587	25,63	1211	29,41	1566
29,66	1567	29,46	1211	29,38	1210	29,59	1567
30,76	1573	29,59	1567	29,41	1566	30,38	1211
31,00	1185	33,21	1210	29,59	1567	31,22	1573

Annexe

88

31,09	813	35,06	1573	31,22	1573	31,44	1185
31,09	824	35,27	1185	31,44	1185	31,55	813
31,10	825	35,39	813	31,55	813	31,56	824
31,11	821	35,40	824	31,56	824	31,57	825
31,11	806	35,40	825	31,57	825	31,58	821
31,94	1561	35,42	821	31,58	821	31,58	806
32,39	1543	35,42	806	31,58	806	32,92	1561
32,41	816	36,45	1520	32,62	1520	33,38	816
34,30	1559	36,79	1543	32,92	1561	37,71	1543
34,53	1556	37,74	1513	32,96	1543	37,72	1119
34,70	1555	38,60	1559	33,38	816	38,66	1513
34,71	1601	38,84	1556	33,91	1513	38,87	1554
34,72	1557	38,95	1555	34,76	1559	38,88	1210
34,72	1558	38,97	1601	35,01	1556	39,34	828
34,72	1550	38,99	1557	35,12	1555	39,51	1559
34,72	1560	38,99	1558	35,13	1601	39,76	1556
34,73	1592	38,99	1550	35,15	1557	39,87	1555
34,73	1590	38,99	1560	35,15	1558	39,88	1601
34,74	1593	39,00	1592	35,16	1550	39,90	1557
34,74	1553	39,00	1590	35,16	1560	39,90	1558
34,74	1603	39,01	1593	35,17	1592	39,91	1550
34,74	1588	39,01	1553	35,17	1590	39,91	1560
34,74	1586	39,01	1603	35,17	1593	39,92	1592
34,74	1605	39,01	1588	35,17	1553	39,92	1590
34,74	1584	39,01	1586	35,17	1603	39,92	1593
34,74	1598	39,01	1605	35,17	1588	39,92	1553

Annexe

89

34,74	1594	39,01	1584	35,17	1586	39,92	1603
34,74	1604	39,01	1598	35,17	1605	39,92	1588
34,74	1585	39,02	1594	35,17	1584	39,92	1586
34,75	1591	39,02	1604	35,18	1598	39,92	1605
34,75	1589	39,02	1585	35,18	1594	39,92	1584
34,75	1583	39,02	1591	35,18	1604	39,93	1598
34,75	1600	39,02	1589	35,18	1585	39,93	1594
34,75	1581	39,02	1583	35,19	1591	39,93	1604
34,77	1602	39,03	1600	35,19	1589	39,93	1585
34,77	812	39,03	1581	35,19	1583	39,94	1591
34,78	1549	39,04	1602	35,19	1600	39,94	1589
34,78	1612	39,05	812	35,19	1581	39,94	1583
34,79	1582	39,06	1549	35,21	1602	39,94	1600
34,82	692	39,07	1612	35,22	812	39,94	1581
34,83	822	39,08	1582	35,23	1549	39,96	1602
34,84	819	39,12	692	35,24	1612	39,97	812
34,84	818	39,13	822	35,25	1582	39,98	1549
34,84	817	39,15	819	35,28	692	39,99	1612
34,86	1608	39,15	818	35,29	822	40,00	1582
34,94	815	39,15	817	35,31	819	40,03	692
35,14	1597	39,17	1608	35,31	818	40,04	822
35,53	805	39,20	815	35,31	817	40,06	819
36,07	350	39,37	1597	35,33	1608	40,06	818
36,07	828	39,52	347	35,37	815	40,06	817
36,08	1544	39,78	805	35,53	1597	40,08	1608
36,43	1554	40,22	1119	35,69	347	40,12	815

Annexe

90

38,13	1211	40,29	350	35,95	805	40,28	1597
38,39	1599	40,40	358	36,46	350	40,70	805
38,46	1568	40,46	1519	36,57	358	41,00	1523
38,49	1614	40,49	1544	36,63	1519	41,21	350
40,81	1177	40,51	828	36,88	740	41,32	358
41,88	1210	40,59	1561	36,88	346	41,38	1519
42,14	1613	40,71	740	37,46	741	41,73	1535
42,17	1569	40,71	346	37,47	814	42,74	1544
42,22	1574	41,04	816	37,56	739	42,74	1532
44,41	1570	41,30	741	38,87	1554	43,72	1615
45,09	1520	41,30	814	38,97	1615	43,81	1616
45,74	1606	41,39	739	39,06	1616	44,72	1617
46,27	1513	41,56	348	39,11	1568	44,86	1618
48,12	347	41,69	349	39,97	1617	44,91	1599
48,78	1119	42,66	1599	40,11	1618	45,00	1619
48,99	358	42,79	1614	40,25	1619	45,04	1614
49,09	1519	42,95	1568	41,73	1535	45,38	1177
49,37	740	43,99	359	41,73	2175	46,24	359
49,38	346	45,04	1212	42,65	1574	46,48	2175
50,00	741	45,21	1177	42,74	1532	46,87	1520
50,00	814	46,43	1613	43,03	1628	47,32	1526
50,06	348	46,48	1574	43,29	1626	48,96	1527
50,10	739	46,64	1615	43,65	1625	49,30	1537
50,16	349	46,67	1569	43,65	1624	49,30	1539
50,97	1615	46,73	1616	43,96	1623	49,73	1534
51,04	1616	46,86	809	44,05	1119	50,02	1613

Annexe

91

51,65	1523	46,86	1628	44,21	1527	50,44	809
52,03	1617	47,33	1523	44,32	1544	51,85	1511
52,14	1618	47,63	1617	44,55	1537	52,04	1212
52,23	1535	47,77	1618	44,55	1539	52,50	1529
52,27	1619	47,91	1619	44,66	1521	52,61	1530
52,60	359	48,81	1570	44,91	1522	52,79	1626
52,68	2175	49,44	1541	44,98	1534	53,15	1625
53,31	1532	49,47	1542	45,39	348	53,15	1624
53,49	1212	50,02	1606	45,53	349	53,36	1568
54,72	1527	50,08	1565	45,58	2177	53,46	1623
55,00	1521	50,96	1626	45,61	1541	53,53	1518
55,08	1537	51,32	1625	45,63	1542	54,16	1521
55,08	1539	51,32	1624	45,81	2188	54,41	1522
55,19	1522	51,63	1623	46,25	1565	54,43	1536
55,33	1626	53,24	1564	46,49	1599	54,47	1538
55,40	1628	54,84	1627	46,62	1614	54,69	347
55,41	809	57,07	2175	47,18	1627	54,93	1606
55,54	1534	57,31	2188	47,33	1523	55,08	2177
55,73	1625	58,04	1554	47,82	359	55,31	2188
55,73	1624	60,90	1535	48,24	1524	55,88	740
55,99	1623	60,91	2177	48,27	1525	55,88	346
56,50	2177	61,10	1511	48,53	808	56,46	741
56,53	1526	61,91	1532	48,85	1533	56,47	814
56,66	1511	62,78	1518	48,88	1212	56,56	739
56,96	1530	63,37	1527	49,41	1564	56,90	1574
57,56	2188	63,72	1537	50,51	1569	57,28	1628

Annexe

92

57,93	1541	63,72	1539	52,00	1515	57,74	1524
57,95	1542	63,83	1521	52,01	828	57,77	1525
58,39	1518	64,08	1522	52,16	1514	58,03	808
58,71	1565	64,15	1534	52,64	1570	58,06	348
58,78	1524	65,16	1526	53,43	1511	58,19	349
58,81	1525	65,70	1530	53,66	1526	58,35	1533
58,84	1536	67,34	1515	54,20	1530	58,42	1569
58,88	1538	67,40	1524	54,32	1512	60,50	1565
59,09	808	67,44	1525	55,11	1518	60,56	1570
59,26	1627	67,50	1514	56,01	1536	61,43	1627
59,38	1533	67,51	1536	56,05	1538	62,16	1531
60,38	1529	67,55	1538	56,85	2176	64,61	1541
61,96	1564	67,70	808	57,93	1613	64,63	1542
63,11	1515	68,02	1533	58,36	809	66,25	1515
63,23	1514	69,00	1529	64,38	1177	66,41	1514
63,77	1531	69,65	1512	65,16	1529	68,41	1564
65,23	1512	71,42	1516	69,18	1606	71,10	2176
66,90	1516	72,57	1531	71,42	1516	73,00	1516
66,92	2176	79,85	2176	76,25	1121	73,32	1512
70,75	1121	83,92	1121	76,41	1531	77,84	1121

Résumé

Parmi les problèmes majeur qu'il rencontre le réseau d'assainissement le problème de blocage ,ce dernier cause des inondation qu'il résulte des grands dégâts et désordre ,pour cela nous avons fait cette étude de prédication de situation des conduites de réseau d'assainissement ses catégorie et ses classification en vue de son priorité en utilisant une des méthodes d'aides à la décision multicritère (MADMC) qui est la technique simple d'évaluation multi-attributs (SMART).

Cette étude permet de connaître les conduites dans lesquels des problèmes sont susceptibles de se produire afin de les éviter.

Mots clés :

Le réseau d'assainissement- des méthodes d'aides à la décision multicritère (MADMC)-la technique simple d'évaluation multi-attributs (SMART).

Abstract

One of the most problems in the sewage network is the blockage, which causes floods. Therefore, we conducted this study to predict the state of the sewer network and classifying them for the priority of cleaning using one of the multi criteria decision support methods which is SMART (Simple Multi-Attribute Rating Technique). This study allows an estimated knowledge and classification of the sewer network.

Key word:

Sewage network-the multi criteria decision- SMART (Simple Multi-Attribute Rating Technique).

الملخص

من بين المشاكل التي تواجهها شبكة اصرف الصحي الانسداد ،حيث يتسبب في الفيضانات مما يسبب بدوره في خسائر جمة من نواحي عديدة ،لذلك قمنا بإجراء هاته الدراسة المتمثلة في التنبؤ بوضعية حال قنوات الصرف الصحي وتصنيفها وترتيبها اتجاه أولوية التنظيف والتنقية وذلك باستعمال إحدى طرق دعم اتخاذ القرار المتعدد والتي هي تقنية التصنيف متعددة السمات البسيطة .

هذه الدراسة تسمح بمعرفة تقديرية للقنوات التي يحتمل وقوع مشاكل فيها وذلك قصد تفادي وقوعها.

الكلمات المفتاحية: شبكة الصرف الصحي- طرق دعم اتخاذ القرار المتعدد- تقنية التصنيف متعددة السمات البسيطة