

REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE
Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche
Université de Mouloud MAMMERI de Tizi-Ouzou



Faculté des sciences
Département de Chimie

Mémoire de fin d'études

En vue de l'obtention du diplôme de Master Académique en Chimie
Option : Chimie de l'environnement

THEME

**Contribution à l'évaluation des performances
épurationnelles d'un bassin de filtration des
eaux usées.**

Réalisé par:

M^{elle} GHEDAMSI Hayat

M^{elle} SI TAHAR Lynda

Présenté devant le jury:

M^r DELLAH Mohamed
M^r KADOUCHE Slimane
M^r HAMMOUM Hocine
M^r LOUNICI Hakim
M^{elle} CHEIKH Assira
M^{elle} ALI Oumessaad

M.A. " A " UMMTO
M.A. " A " UMMTO
M.C. UMMTO
Professeur UB
M.A. « A » UMMTO
M.A « B » UMMTO

Président
Promoteur
Co-promoteur
Examineur
Examinatrice
Examinatrice

Promotion : 2011 / 2012

Remerciements

Nous tenons à remercier en premier lieu le bon dieu de nous avoir donné le courage et la volonté pour effectuer ce travail.

Nous tenons particulièrement à exprimer notre profonde reconnaissance et notre respect à Mr KADOUCHE Slimane, Maître assistant « A » à UMMTO, pour son encadrement, ses précieux conseils et sa disponibilité.

Nous tenons également à remercier notre co-promoteur Mr HAMMOUM Hocine, Maître de conférences « A » à l'UMMTO d'avoir proposé ce thème et d'encadrer ce travail. Nous saluons sa patience, sa rigueur, son implication et surtout sa disponibilité pour notre travail.

Nos sincères remerciements vont également à Mr M. DELLAH, Maître Assistant « A » à l'UMMTO qui nous a fait l'honneur de présider le jury.

Nous adressons également nos sincères remerciements à M^{elle} O. ALI, Maître Assistante « B » à l'UMMTO, M^{elle} A. CHEIKH, Maître Assistante « A » à l'UMMTO et à Mr H. LOUNICI, professeur au CUAMOB pour avoir acceptés d'examiner ce travail.

Nous remercions M^{elle} SEMAN Rabia, notre technicienne du labo pour sa gentillesse et son aide.

Enfin, il nous est fort agréable d'exprimer nos remerciements à tous ceux qui, de près ou de loin, ont contribué à la bonne réalisation de ce modeste travail.

Dédicaces

Je dédie ce modeste travail à :

- *Mes très chers parents qui ont toujours été là pour moi, et qui m'ont donné un magnifique modèle de labeur et de persévérance. Aucune dédicace ne saurait exprimer l'amour, l'estime, le dévouement et le respect que j'ai toujours eu pour vous. J'espère qu'ils trouveront dans ce travail toute ma reconnaissance et tout mon amour.*

Puisse Dieu, le tout puissant, vous préserver et vous accorder santé, longue vie et bonheur.

- *Mes tantes, mes oncles et leurs enfants.*
- *Tous mes cousins et cousines.*
- *Tous mes amis (es).*
- *Toute ma promotion.*
- *Tous ceux qui ont contribué à ma formation.*

Hayat 

je dédie ce modeste travail à :

- *Mes chers parents, pour avoir toujours cru en moi et pour m'avoir permis de réaliser ces longues études. je ne vous le dirai jamais assez: merci pour tout !*
- *Mes grands-parents, pour leurs présence et leurs gentillesse.*
- *Mes frères Youb, Massi et ma petite sœur Ryma pour tous les bons moments passés ensemble.*
- *Mon frère aîné Younes et sa femme Ratiba.*
- *Mes tantes et oncles ainsi que toute la famille SI TAHAR,*
- *Ma chère amie Hayet et toute sa famille.*
- *A toi KOKOS.*
- *Tous mes amis, avec qui j'ai passé de merveilleux moment dans notre vie étudiante. Grace à vous ces années ont été ponctuées de moments d'évasion.*
- *Toute personne qui me connaît de près et du loin.*

Lynda. 

Introduction générale	Pages
Chapitre 1: Du constat d'une situation à l'expression d'un besoin	
1.1. Problème posé.....	03
1.2. Réseau de bassins témoins.....	04
1.3. Retour d'expérience.....	06
1.4. Conclusion sur le travail de monsieur HAMMOUM.....	09
Chapitre 2: Synthèse bibliographique	
2.1. Les travaux réalisés sur le traitement des eaux usées.....	10
2.2. Aspect réglementaire sur les analyses physico-chimiques des eaux usées.....	11
2.2.1. Réglementation Algérienne.....	11
2.2.2. Réglementation française.....	11
2.2.3. Réglementation européenne.....	13
2.3. Définition et explication d'un bassin de filtration.....	14
2.3.1. Principe de fonctionnement.....	14
2.3.2. Principaux éléments constitutifs.....	14
2.3.3. Performances.....	14
2.3.4. Choix du sable.....	15
2.3.5. Paramètres de dimensionnement.....	16
2.3.6. Avantages et inconvénients de la technique.....	17
Conclusion.....	17
Chapitre 3: Protocole expérimental	
3.1. Présentation du bassin de filtration.....	18
3.2. Méthodes d'analyse.....	19
3.2.1. Préparation et prélèvement des échantillons.....	19
3.2.2. Analyses physico-chimiques.....	19
3.2.2.1. Mesure de la turbidité	19
3.2.2.2. Détermination de la demande chimique en oxygène (DCO).....	19
3.2.2.3. Détermination de la demande biochimique en oxygène (DBO).....	21
3.2.2.4. Détermination de la matière en suspension (MES).....	22
3.2.2.5. Détermination de la température	23
3.2.2.6. Le potentiel d'hydrogène (pH)	23
3.2.3. Appareillage utilisé au laboratoire de génie de l'environnement.....	23
Conclusion.....	23
Chapitre 4: Résultats d'analyses	
4.1. Méthodologie.....	24
4.2. Résultats d'analyses	24
Chapitre 5: Interprétation des résultats	
5.1. Caractéristiques des effluents à l'entrée et des filtrats à la sortie du bassin de filtration.....	31
5.1.1. A l'entrée du bassin de filtration.....	31
5.1.1.1. Température de l'eau	31
5.1.1.2. pH.....	32
5.1.1.3. MES.....	33
5.1.1.4. Turbidité	33
5.1.1.5. DBO ₅	34
5.1.1.6. DCO.....	35
5.1.2. A la sortie du bassin de filtration.....	35
5.1.2.1. pH	35

5.1.2.2. MES	36
5.1.2.3. Turbidité	36
5.1.2.4. DCO.....	37
5.1.2.5. DBO ₅	38
5.2. Evolution des paramètres physico-chimiques (pH, MES, turbidité, DCO et DBO ₅) dans les effluents à l'entrée et les filtrats à la sortie du bassin de filtration.....	38
5.2.1. pH.....	38
5.2.2. MES... ..	39
5.2.3. Turbidité	40
5.2.4. DCO	40
5.2.5. DBO ₅	41
5.3. Rendements épuratoires.....	42
5.3.1. MES.....	42
5.3.2. Turbidité.....	42
5.3.3. DCO.....	43
5.3.4. DBO ₅	44
Conclusion.....	44
Conclusion générale.....	45
Références bibliographiques	

Liste des abréviations

- **ADE**: Algérienne des eaux
- **CU** : Coefficient d'Uniformité
- **DBO₅** : Demande biologique en oxygène
- **DCO**: Demande chimique en oxygène
- **DHW** : Direction d'hydraulique de la wilaya de Tizi-Ouzou
- **DO** : Densité optique
- **d₁₀** : Diamètre de la maille assurant le passage de 10% en masse de granulat.
- **E.H** : Equivalent habitant
- **FTU** : Formazine Turbidity Units
- **MES** : Matières en suspension
- **NTK**: Azote réduit (Kjeldahl)
- **N_{GL}** : Azote global
- **pH** : Le potentiel d'hydrogène
- **P_T** : Phosphore totale
- **RGPH** : Recensement Général de la Population et de l'Habitat
- **UV** : Ultra violet
- **WC** : Water closet (ancien terme anglais désignant les toilettes)

Liste des figures

Figure 1 : Modèle type de bassin de filtration à ciel ouvert	03
Figure 2 : Bassin Tala Bounane.....	04
Figure 3 : Bassin de Tizirt.....	04
Figure 4 : Présentation de la zone d'étude (extraits de cartes d'état major).....	04
Figure 5 : Rendement des bassins de filtration sur le paramètre MES.....	06
Figure 6 : Colmatage de bassin (Tala Bounane)	07
Figure 7 : Colmatage de bassin (Tizirt).....	07
Figure 8 : Modèle type de bassin de décantation.....	07
Figure 9 : Bassin de décantation en béton armé à Tizirt.....	08
Figure 10 : Aperçu du programme de calcul du bassin de décantation sur feuille Excel...	10
Figure 11 : Modèle type de système d'épuration rural préconisé en Kabylie.....	09
Figure 12 : Fuseaux granulométriques : étude CEMAGREF – Etude DTU 64.1.....	15
Figure 13 : bassin de filtration Tala Bounane.....	18
Figure 14 : Courbe d'étalonnage pour la détermination de la DCO.....	21
Figure 15 : Variation de la température des effluents à l'entrée du bassin en fonction de la journée de la semaine pour chaque période de prélèvement.....	32
Figure 16 : Variation du pH des effluents à l'entrée du bassin en fonction de la journée de la semaine pour chaque période de prélèvement.....	32
Figure 17 : Variation de MES des effluents à l'entrée du bassin de filtration en fonction de la journée de la semaine pour chaque période de prélèvement.....	33
Figure 18 : Variation de la turbidité des effluents à l'entrée du bassin de filtration en fonction de la journée de la semaine pour chaque période de prélèvement.....	34
Figure 19 : Variation de la DBO ₅ des effluents à l'entrée du bassin de filtration au cours de la journée de dimanche en fonction de la période de prélèvement.....	34
Figure 20 : Variation de la DCO des effluents à l'entrée du bassin de filtration en fonction de la journée de la semaine pour chaque période de prélèvement.....	35
Figure 21 : Variation du pH des filtrats à la sortie du bassin en fonction de la journée de la semaine pour chaque période de prélèvement.....	36
Figure 22 : Variation de MES des filtrats à la sortie du bassin de filtration en fonction de la journée de la semaine pour chaque période de prélèvement.....	36
Figure 23 : Variation de la turbidité des filtrats à la sortie du bassin de filtration en fonction de la journée de la semaine pour chaque période de prélèvement.....	37

Figure 24 : Variation de la concentration en DCO des filtrats à la sortie du bassin de filtration en fonction de la journée de la semaine pour chaque période de prélèvement....	37
Figure 25: Variation de la DBO ₅ des filtrats à la sortie du bassin de filtration au cours de la journée de dimanche en fonction de la période de prélèvement.....	38
Figure 26 : L'évolution journalière du pH des effluents à l'entrée et des filtrats à la sortie du bassin de filtration pour chaque période de prélèvement.....	39
Figure 27 : L'évolution journalière de la concentration en MES des effluents à l'entrée et les filtrats à la sortie du bassin de filtration pour chaque période de prélèvement.....	39
Figure 28: L'évolution journalière de la turbidité des effluents à l'entrée et les filtrats à la sortie du bassin de filtration pour chaque période de prélèvement.....	40
Figure 29: L'évolution journalière de la DCO des effluents à l'entrée et les filtrats à la sortie du bassin de filtration pour chaque période de prélèvement.....	41
Figure 30 : L'évolution au cours de la journée de dimanche de la concentration en DBO ₅ des effluents à l'entrée et les filtrats à la sortie du bassin de filtration en fonction de la période de prélèvement.....	41
Figure 31 : Variation des rendements épuratoires en MES en fonction des jours de la semaine pour chaque période de prélèvement.....	42
Figure 32 : Variation des rendements épuratoires de la turbidité en fonction des jours de la semaine pour chaque période de prélèvement.....	43
Figure 33 : Variation des rendements épuratoires en DCO en fonction des jours de la semaine pour chaque période de prélèvement.....	43
Figure 34 : Variation des rendements épuratoires en DBO ₅ au cours de la journée de dimanche en fonction la période de prélèvement.....	44

Liste des tableaux

Tableau 1 : Différents bassins choisis et leurs modes d'entretien.....	05
Tableau 2 : Différents analyses recommandées selon le lieu d'implantation des bassins..	05
Tableau 3 : les résultats de la MES obtenus après analyse.....	06
Tableau 4 : Les résultats de la DBO ₅ obtenus après analyse.....	06
Tableau 5 : Valeur limites des paramètres de rejets d'effluent liquides industriels.....	11
Tableau 6 : Condition de rejet des effluents urbains en concentration.....	12
Tableau 7: Conditions de rejet des effluents urbains en rendements.....	12
Tableau 8 : Conditions de rejet des effluents urbains dans les zones sensibles à l'eutrophisation (en concentration).....	12
Tableau 9 : Conditions de rejet des effluents urbains dans les zones sensibles à l'eutrophisation (en rendement).....	13
Tableau 10 : Les valeurs retenues pour la granulométrie de sable.....	15
Tableau 11 : Les règles de base de dimensionnement.....	16
Tableau 12 : Dimensions et caractéristiques des deux bassins de filtration	18
Tableau 13 : Gammes d'estimation de la DBO ₅	22
Tableau 14 : Résultats de la mesure du pH pour les effluents à l'entrée et les filtrats à la sortie du bassin de filtration.....	25
Tableau 15 : Résultats de la mesure de la température pour les effluents à l'entrée et les filtrats à la sortie du bassin de filtration.....	26
Tableau 16 : Résultats de la détermination de la concentration en MES (mg/l) pour les effluents à l'entrée et les filtrats à la sortie du bassin de filtration et les rendements épurationnaires.....	27
Tableau 17 : Résultats de la détermination de la turbidité (FTU) pour les effluents à l'entrée et les filtrats à la sortie du bassin de filtration et les rendements épurationnaires.....	28
Tableau 18 : Résultats de la détermination de la DCO (mg/l) pour les effluents à l'entrée et les filtrats à la sortie du bassin de filtration et les rendements épurationnaires.....	29
Tableau 19 : Résultats de la détermination de la DBO ₅ (mg/l) pour les effluents à l'entré et les filtrats à la sortie du bassin de filtration et les rendements épurationnaires.....	30
Tableau 20 : Caractéristiques d'un effluent type.....	31

Introduction générale

La problématique de l'assainissement des eaux usées en Algérie est un sujet qui demeure entier, malgré les nombreuses initiatives entreprises jusqu' à ce jour. La plupart des villes algériennes se construisent sans un plan rigoureux d'assainissement, ce qui rend désormais complexe la recherche de solution. Les systèmes de collecte et de traitement d'eaux usées sont très peu développés voire inexistants.

Le système de traitement de ces eaux en Algérie accuse une sérieuse défaillance, par l'absence d'un cadre institutionnel clair, ainsi que l'absence d'instruments et de normes de gestion et d'exploitation des réseaux d'installations. Ajoutant à cela, l'inadéquation de la politique et des mécanismes de financement en plus d'une absence de normalisation et de contrôle.

Le principal défi consiste à développer des options adaptées aux conditions environnementales et financières de notre pays. De façon évidente, les technologies naturelles d'épuration extensives peu onéreuses constituent des options de traitement adaptées, en particulier devant l'intérêt croissant pour la réutilisation de ces eaux usées (en agriculture).

On note depuis 1996, l'implantation dans certains villages de la wilaya de Tizi-Ouzou, de quelques bassins de filtration. Dans bien des cas, les conditions de fonctionnement de ces bassins se sont révélées différentes de celles qui ont présidé à leur conception. Par conséquent, il devient ainsi difficile de tirer des enseignements valables sur leurs performances.

Peu d'études ont porté sur les conditions d'implantation de ces bassins dans le contexte local. C'est l'une des raisons pour lesquelles M^r HAMMOUM a initié depuis 2009 des recherches sur le fonctionnement de ce système de filtration. Les objectifs de ce travail étaient d'une part, d'élucider les critères de dimensionnement et de déterminer les paramètres pour une performance épuratoire optimale, et d'autre part, de proposer une combinaison judicieuse avec un bassin de décantation pour atteindre une meilleure épuration.

Cette initiative entreprise par M^r HAMMOUM mérite d'être approfondie car il existe encore beaucoup de lacunes sur les possibilités épuratoires de ces bassins de filtration qui nécessitent d'être comblées par la formation (renforcement des capacités des acteurs) mais surtout par l'identification des règles de base nécessaires au bon fonctionnement du procédé. Les principes de fonctionnement de ces bassins de filtration sont bien maîtrisés par des **règles de dimensionnement** et de gestion qui tiennent compte des processus biologiques, hydrauliques et **chimiques** complexes qui s'y déroulent. Ce dernier phénomène cité (**chimique**) n'a pas encore été suffisamment étudié pour les conditions de notre région (Tizi-Ouzou). L'objectif de notre travail est de répondre à ce besoin.

La contribution de cette étude se situe à deux niveaux :

Le premier niveau concerne la détermination des caractéristiques des effluents à l'entrée et des filtrats à la sortie du bassin de filtration implanté dans la région de Tala Bounane (Tizi-Ouzou), en se basant sur l'analyse de six (6) paramètres (T°C, pH, turbidité, MES, DBO₅ et DCO), pour cela un suivi journalier de ces paramètres en trois périodes de prélèvement a été réalisé (matin, midi, et soir).

Le second niveau concerne l'étude des performances épuratoires du bassin qui sont analysées par rapport aux taux d'élimination de la pollution de l'eau. L'ensemble des données recueillies permet de proposer de nouvelles règles de dimensionnement et de conception d'une filière d'épuration par bassin de filtration.

La démarche scientifique adoptée dans cette étude conduit à une répartition de ce manuscrit en cinq chapitres :

L'objectif de chapitre I est de donner un récapitulatif de travail de recherche initié par M^r HAMMOUM (2009) sur le fonctionnement des bassins de filtration, ainsi que leurs performances épuratoires et de décrire plus précisément les manques qui nous ont conduit à choisir ce travail.

Le chapitre II est consacré à une synthèse bibliographique. Afin de donner une première référence objective sur le sujet, on cite quelques exemples significatifs de travaux fondamentaux ou plus appliqués qui ont été entrepris pour le traitement de nombreux effluent liquides. Les principaux textes réglementaires visant les analyses chimiques de l'eau usée et précisant les règles générales applicables aux rejets de celle-ci dans la nature sont aussi évoqués. Ensuite une description détaillée d'un bassin de filtration est donnée.

Dans le chapitre III un protocole expérimental est développé. Nous avons commencé par la présentation de notre bassin de filtration (bassin de Tala Bounane), ensuite nous avons abordé dans une démarche rigoureuse et cohérente les principales étapes suivies pour l'analyse des paramètres physico-chimiques (T°C, pH, DCO, DBO₅, MES et turbidité) et le détail des conditions opératoires choisies et sa justification.

Dans le chapitre IV la méthodologie de travail est évoquée, et les principaux résultats obtenus sont présentés.

Le chapitre V est consacré à la présentation et l'interprétation des résultats.

Enfin nous terminerons notre étude par une conclusion générale où sont récapitulés les principaux résultats obtenus et les perspectives.

Chapitre I

Du constat d'une situation à l'expression d'un besoin

L'objectif de ce chapitre est de donner un récapitulatif du travail de recherche initié par M^r HAMMOUM (2009) sur le fonctionnement des bassins de filtration, ainsi que leurs performances épuratoires et de décrire plus précisément les manques qui nous ont conduit à choisir ce travail.

On note que ce travail a été présenté au Colloque international « la santé de la méditerranée » organisé à la Faculté de pharmacie de Marseille les 4, 5 et 6 juin 2009.

1.1. Problème posé

Le programme de réalisation de bassins de filtration initié par la DHW durant l'année 1996 avait pour objectif la réalisation de 137 bassins de filtration à travers toute la wilaya de Tizi Ouzou qui compte 67 communes, à raison de deux bassins par commune.

Les critères de choix d'implantation des ces bassins sont les suivants :

- Favoriser les rejets des villages en milieu rural,
- Implanter les bassins de filtrations en bout de réseau séparatif (eaux usées),
- Favoriser les rejets à faible débit, donc en petite localité,
- Favoriser les rejets polluant directement la nappe aquifère du Sebaou, le barrage Taksebt ainsi que la côte (la mer méditerranée).

Le modèle de bassin de filtration adopté par la DHW comprend deux compartiments placés en série et en cascade. Chaque compartiment est formé d'un filtre en tri-couche ;

- Couche supérieure du filtre, composée d'un sable (0/3mm)
- Couche moyenne du filtre, composée d'un gravier (8/15 mm)
- Couche inférieure du filtre, composée d'un gravier grossier (30/40mm)

Un regard de réception des eaux usées brutes est prévu à l'entrée du bassin et un autre regard des eaux usées filtrées est implanté à la sortie du bassin.

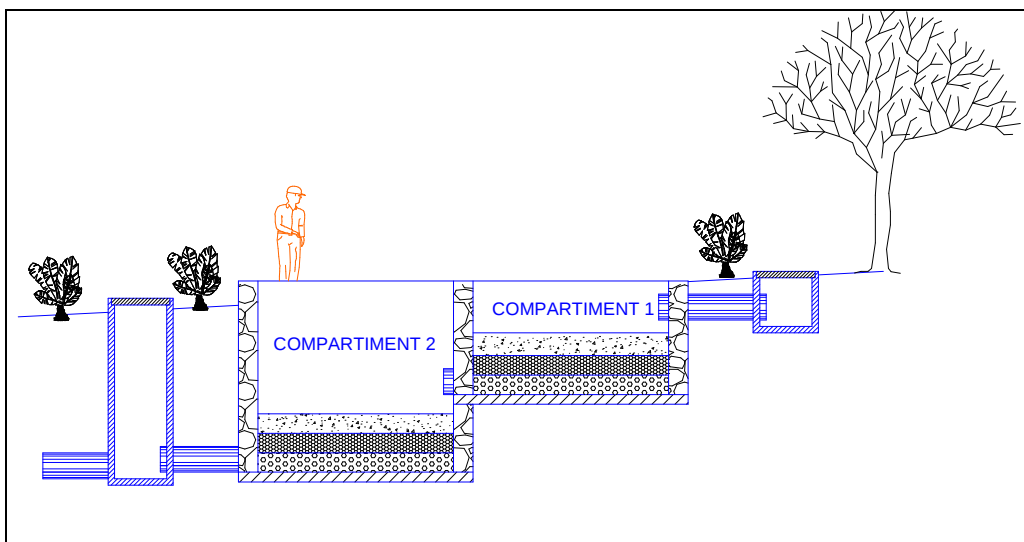


Figure 1 : Modèle type de bassin de filtration à ciel ouvert



Figure 2 : Bassin Tala Bounane



Figure 3 : Bassin de Tizirt

L'ouvrage est réalisé en maçonnerie de pierre sèche qui est un matériau local très répandu dans la région de Kabylie. Les bassins sont situés à des endroits en majorité des cas inaccessibles, ils sont confiés à de simples artisans maçons et de la main d'œuvre locale pour leur réalisation. Cette manière de faire a réduit le coût de cet ouvrage à 250 000,00 DA par bassin de filtration, en toutes taxes comprises, soit donc l'équivalent de 3 000,00 euros.

Après 12 mois de service et d'exploitation, l'administration locale a voulu tirer les enseignements de cette expérience. Ce retour d'expérience, allait nous renseigner sur le lancement éventuel d'un nouveau programme de réalisation.

1.2. Réseau de bassins témoins

Pour tirer les enseignements du retour d'expérience des bassins de filtration, une campagne d'analyse des eaux usées est lancée. Le choix a porté sur sept bassins de filtration témoins sur un parc qui compte 137 bassins. Ces sept bassins sont répartis sur trois zones que compte la wilaya, à savoir, la zone côtière, la zone de la vallée du Sebaou et enfin le massif montagneux du Djurdjura.

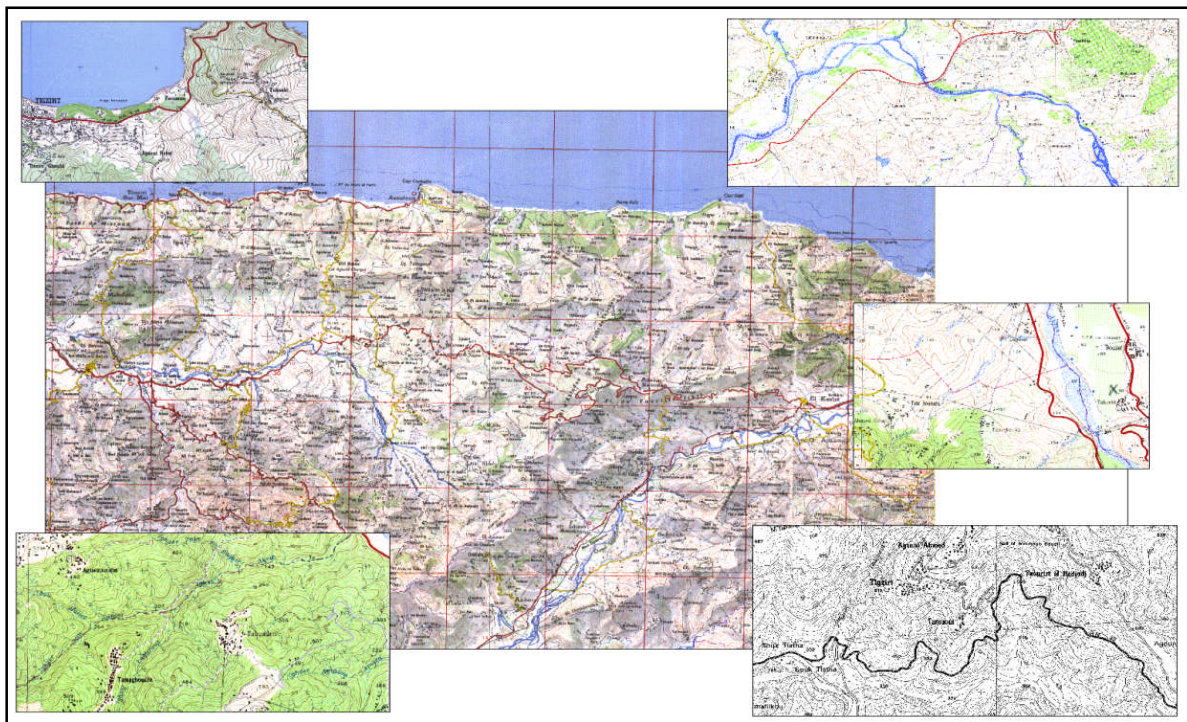


Figure 4 : Présentation de la zone d'étude (extraits de cartes d'état major).

Nous donnons ci-après les bassins choisis avec leur mode d'entretien :

Tableau 1: Différents bassins choisis et leurs modes d'entretien

<i>N°</i>	<i>Lieu d'implantation</i>	<i>Commune</i>	<i>Daira</i>	<i>Observation</i>
1	Tala Bounane	Beni Aissi	Beni Douala	Entretenu
2	Taourirt El Hadjadj	Beni Yeni	Beni Yeni	Moyennement entretenu
3	Boubroune	Azazga	Azazga	Moyennement entretenu
4	Kahra	Freha	Azazga	Non entretenu
5	Tirsatine	Azazga	Azazga	Non entretenu
6	Tamaghoucht	Beni Douala	Beni Douala	Non entretenu
7	Tigzirt	Tigzirt	Tigzirt	Moyennement entretenu

Sur chaque bassin de filtration, il a été effectué un prélèvement des eaux usées à l'entrée et un autre à la sortie. Ces prélèvements ont été confiés au laboratoire agréé de l'Algérienne des eaux (agence de Tizi Ouzou) pour être analysés. Les analyses commandées sont la teneur en matières en suspension (MES), et la DBO₅.

Tableau 2: Différentes analyses recommandées selon le lieu d'implantation des bassins

<i>N°</i>	<i>Lieu d'implantation</i>	<i>Analyses demandées</i>
1	Tala Bounane	MES
2	Taourirt El Hadjadj	MES
3	Boubrane	MES
4	Kahra	MES
5	Tirsatine	MES
6	Tamaghoucht	MES
7	Tigzirt	DBO ₅

Les résultats de la MES obtenus après analyses sont résumés dans les tableaux qui suivent :

Tableau 3: Les résultats de la MES obtenus après analyse.

N°	Lieu d'implantation	Entrée (g/l)	Sortie (g/l)	Rendement (%)	Observations
1	Tala Bounane	30,60	8,90	70,92	Entretenu
2	Taourirt El Hadjadj	52,40	31,60	39,69	Moyennement entretenu
3	Boubrane	36,60	20,50	43,99	Moyennement entretenu
4	Kahra	51,80	42,60	17,76	Non entretenu
5	Tirsatine	7,80	7,10	8,97	Non entretenu
6	Tamaghoucht	9,40	7,80	17,02	Non entretenu

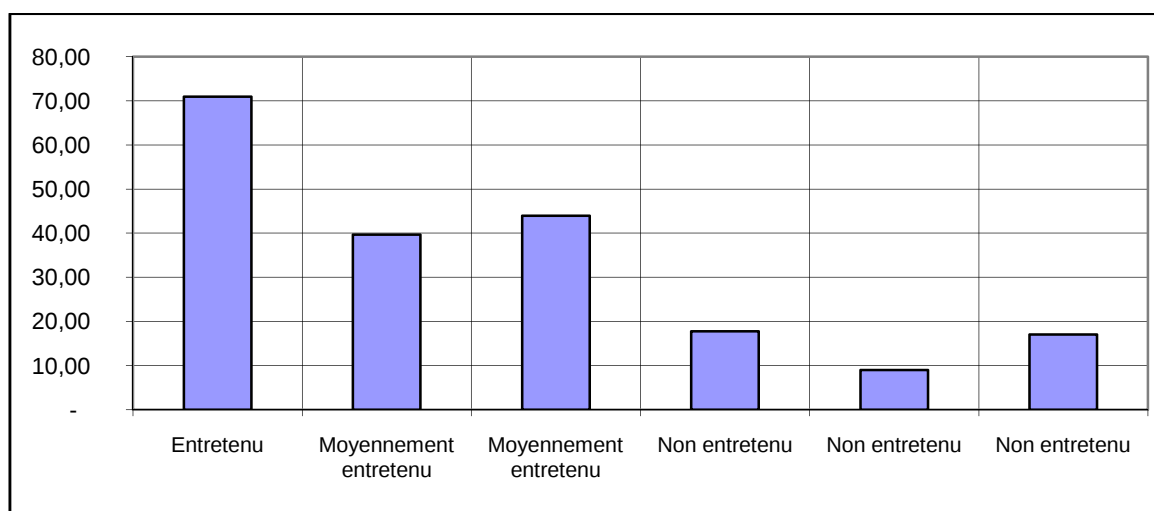


Figure 5 : Rendements des bassins de filtration sur le paramètre MES.

Les résultats de la DBO₅ obtenus après analyse sont résumés dans les tableaux qui suivent :

Tableau4: Les résultats de la DBO₅ obtenus après analyse.

N°	Lieu d'implantation	Entrée (g/l)	Sortie (g/l)	Rendement (%)	Observations
7	Tigzirt	225	150	33,33	Moyennement entretenu

1.3. Retour d'expérience

Après une année d'exploitation, soit en 1997, M^r HAMMOUM a pu constater que les bassins de filtration qui ne sont pas entretenus sont soumis au colmatage des filtres au bout de quatre semaines de service.

Les bassins de filtration non entretenus, se colmatent par la formation d'un gâteau de boues presque imperméable, qui recouvre les filtres des deux compartiments rendant ainsi inefficace le bassin de filtration. Une fois les filtres colmatés, l'eau usée ne fait que transiter par les deux compartiments sans subir aucun traitement physique.



Figure 6 : Colmatage de bassin (Tala Bounane) Figure 7: Colmatage de bassin(Tigzirt)

Les bassins de filtration ainsi conçus doivent être entretenus très fréquemment soit donc une fois tous les mois, à en juger le retour d'expérience. Dans la réalité cette fréquence n'est pas respectée, c'est ce qui explique que nombre d'entre eux ont donné des résultats médiocres. La raison principale de ce manque d'entretien est l'absence d'organisme chargé d'exploiter ces ouvrages. A l'heure actuelle des choses, seules les régions communales sont en charge d'une manière non officielle de s'acquitter de cette tâche en plus d'autres tâches qui leur incombent.

L'analyse des résultats exposés au §2 et résumés par le graphique de la figure 5, révèle les constats suivants sur la MES :

- Le rendement des bassins de filtration entretenus est de l'ordre de 71 %,
- Le rendement des bassins de filtration moyennement entretenus est de l'ordre de 41 %
- Quant aux bassins de filtration non entretenus, le rendement est de l'ordre de 13 %

L'eau usée brute arrive chargée, dans son passage les filtres piègent les matières en suspension. Ces MES piégées ont pour effet de colmater les filtres au bout de quelques semaines. Ceci nous amène à penser qu'un traitement physique en amont est nécessaire.

Monsieur HAMMOUM a pensé à l'amélioration de ce système en projetant en amont du bassin de filtration un bassin de décantation qui aura pour rôle de piéger les matières en suspension, pour ne laisser passer dans le bassin de filtration que l'eau décantée. Nous donnons ci-après le modèle de bassin de décantation répandu et adopté en Kabylie.

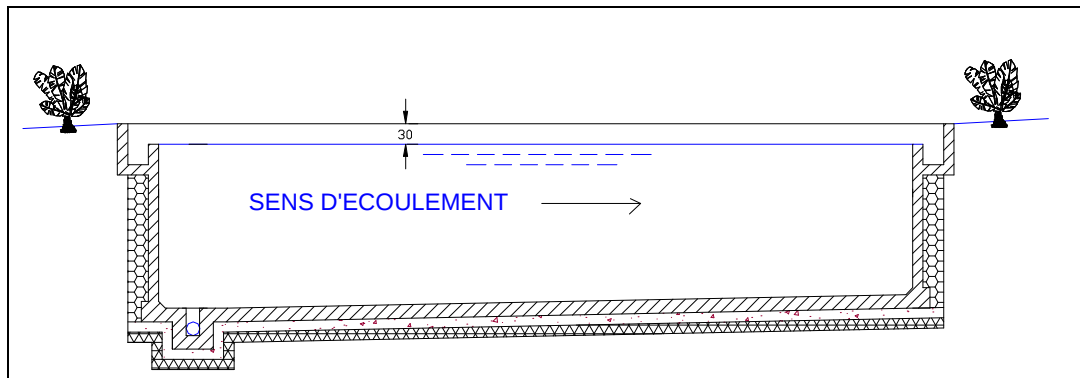


Figure 8 : Modèle type de bassin de décantation.



Figure 9 : Bassin de décantation en béton armé à Tizgirt

Ce type d'ouvrage présente l'avantage de nécessiter un entretien qu'une fois tous les trois mois. Il est réalisé en béton armé ou en maçonnerie de pierre sèche par des artisans maçons locaux. Le cout moyen d'un ouvrage de ce type est de l'ordre de 1 000 000,00 DA soit donc 10 000,00 Euros. Du point de vu architectural, il s'intègre facilement à l'environnement.

Du point de vu ingénierie et conception, cet ouvrage ne pose pas de problème particulier, aussi, un programme de calcul est élaboré sur une feuille Excel qui nous permet un dimensionnement très rapide et efficace.

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K
1		BASSIN DE DECANTATION									
2	N°	Désignation des paramètres	Valeur	Unité							
3		Les données du problème									
4	1	Population actuelle raccordée au bassin de décantation	250								
5	2	Taux d'accroissement démographique de la commune	2,08								
6	3	Population future raccordée au bassin de décantation	334								
7	4	Dotation journalière en eau potable	150,00								
8	5	Coefficient de pointe	2,50								
9	6	Taux d'évacuation des eaux usées	0,80								
10	7	Débit d'eau entrant dans le bassin de décantation	1,16	l/sec							
11	8	Temps de rétention de l'eau dans le bassin	2,00	heures							
12	9	Vitesse d'écoulement dans le bassin de décantation	0,003	m/sec							
13	10	Hauteur d'eau	1,00	m							
14		Partie dépôt des matières solides									
15	11	M.E.S. à l'entrée du bassin de décantation	65,00	g/hab/jour							
16	12	Charge M.E.S. journalière	21,68	kg/jour							
17	13	Rendement d'épuration des M.E.S.	50,00	%							
18	14	Matière seche journalières	10,84	kg/jour							
19	15	Matière seche spécifique	0,03	g/habitant/j							
20	16	Teneur en matière seche	60,00	Kg MES/m3							
21	17	Volume de boues produites quotidiennement	0,18	M3/jour							
22	18	Temps de séjour des boues dans le bassin	30,00	jours							
23	19	Volume du bassin occupé par les boues	5,42	M3							
24		Dimensions du bassin de décantation									
25	20	Volume d'eau dans le bassin de décantation	8,34	m3							
26	21	Volume total du décanteur (eau + boues)	13,76								
27	22	Section transversale du bassin de décantation	0,39	m²							
28	23	Longueur du bassin de décantation	35,64	m							
29	24	Largeur du bassin de décantation	4,00	m							

Figure 10 : Aperçu du programme de calcul du bassin de décantation sur feuille Excel

Conclusion

Pour résumer, le rendement d'un bassin de filtration moyennement entretenu est de l'ordre de 41 % pour les MES et de 33 % pour la DBO₅. Ces rendements sont très appréciables compte tenu du cout très bas de réalisation de ces bassins de filtration. On conclura, en disant que c'est un bon rapport qualité – prix.

Pour allonger la fréquence d'intervention sur un bassin de filtration, M^r HAMMOUM a jugé nécessaire de concevoir un bassin de décantation en amont. Voilà à quoi ressemble un système d'épuration amélioré corrigeant les insuffisances laissées par le traditionnel bassin de filtration.

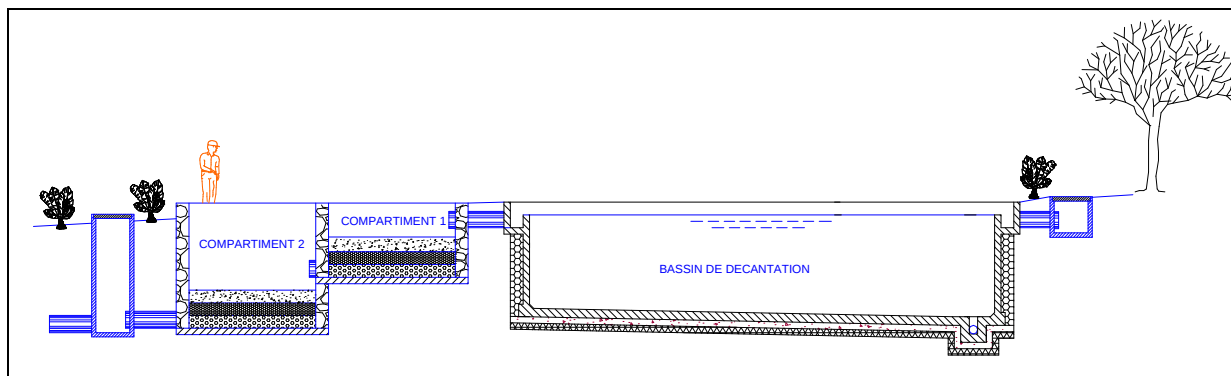


Figure 11 : Modèle type de système d'épuration rural préconisé en Kabylie.

Une fois l'eau décantée puis filtrée, elle poursuivra son autoépuration dans les talwegs naturels avant de rejoindre la nappe du Sebaou ou le barrage Taksebt.

Aussi, la région de Kabylie est très riche en oliveraie, elle compte la plus grande concentration d'huileries du pays (en moyenne quatre par communes). Une fois dans l'année de décembre à avril, durant les cinq mois de cueillette des olives, ces huileries rejettent leurs eaux usées directement dans la nature sans subir un traitement préalable (sans passer par un déshuileur). Des forages ont été désaffectés dans le passé à cause de leur contamination par les huiles. Ceci est un nouveau déficit qui attend notre région de la Kabylie, et qu'elle devra relever.

Conclusion sur le travail de M^r HAMMOUM

D'après le travail de M^r HAMMOUM, nous avons pu constater que les conditions de fonctionnement de ces bassins se sont révélées différentes de celles qui ont présidé à leur conception. Par conséquent, il devient ainsi difficile de tirer des enseignements valables sur leur performance.

Pour étudier les performances épuratoires des bassins de filtration M^r HAMMOUM s'est référé qu'à deux paramètres (MES, DBO₅) et il a réalisé uniquement une analyse pour chaque paramètre, ce qui est insuffisant et non représentatif. Afin de renforcer cette étude plusieurs analyses complémentaires s'avèrent intéressantes à mettre en œuvre.

On note également que M^r HAMMOUM n'a pas cité les périodes durant lesquelles il a réalisé les prélèvements. Compte tenu en général de l'hétérogénéité de composition des effluents résiduels urbains et par ailleurs des fluctuations de débit et de concentration des polluants en cours de journée et/ou durant les jours de la semaine, il apparaît nécessaire de réaliser des prélèvements durant des périodes différentes de la journée si l'on veut saisir les variations journalières des caractéristiques de la pollution.

A signaler aussi que les analyses ont été faites au niveau du laboratoire de l'ADE de Tizi-Ouzou, et M^r HAMMOUM n'a pas figuré dans son article les techniques utilisées pour effectuer les analyses des deux paramètres (MES et DBO₅) et sur quel principe et normes a jugé les performances épuratoires des bassins de filtration.

Chapitre II

Synthèse

bibliographique

Dans ce chapitre, nous citons quelques exemples significatifs de travaux fondamentaux ou plus appliqués qui ont été entrepris pour le traitement de nombreux effluents liquides, les principaux textes réglementaires visant les analyses chimiques de l'eau usée et précisant les règles générales applicables aux rejets de celle-ci. Ensuite nous donnerons une définition et une explication d'un bassin de filtration.

2.1. Les travaux réalisés sur le traitement des eaux usées

HAZOURLI *et al* (2007), ont réalisé une étude sur des eaux résiduaires industrielles au niveau du laboratoire de traitement des eaux et valorisation des déchets industriels, de l'université Badji Mokhtar Annaba. L'objectif de cette étude est l'évaluation de la charge polluante des eaux résiduaires de la zone industrielle d'El-Hadjar-Annaba. Cette pollution est générée par les effluents domestiques ajoutés à ceux de différentes industries constituant l'une des plus importantes zones industrielles d'Afrique. Les essais de caractérisation des eaux résiduaires ont montré une forte et irrégulière pollution qui est préjudiciable pour le milieu récepteur aquatique (pH entre 6 à 8, T°C entre 20 à 25,8, MES est de 598 mg/l et une forte charge exprimée en DBO₅ et DCO, correspondant à 390 mg/l de matières oxydables). La norme Algérienne de rejet industriel est souvent dépassée pour la majorité des paramètres étudiés. Par exemple, le rapport DCO/DBO₅ peut atteindre la valeur de 1,8.

HAMA MAIGA *et al* (2008), ont effectué des études portant sur l'épuration des eaux usées domestiques menées sur une filière de trois bassins en série de lagunage à microphytes à la station expérimentale de l'Institut International d'Ingénierie de l'Eau et de l'Environnement à Ouagadougou 01, Burkina Faso. Cette filière comporte : un bassin anaérobie, un bassin facultatif et un bassin de maturation. Des mesures d'indicateurs de qualité ont été effectuées pendant dix mois sur des échantillons prélevés suivant une fréquence bihebdomadaire pour certains et hebdomadaire pour d'autres. Les rendements épuratoires moyens atteignent 66 % pour les MES, 81 % pour la DCO et 87 % pour la DBO₅. Le résiduel de MES de l'effluent traité répond, dans 76 % des mesures, aux normes de rejet recommandées par la directive de l'Union Européenne (< 150 mg/l). L'élimination du phosphore est faible et instable avec un rendement moyen de 17,2 % pour le phosphore total et 19,2 % pour les ortho-phosphates. La réduction de la pollution azotée atteint en moyenne 76 % en NTK et 38,4 % en azote ammoniacal. De manière globale, les teneurs résiduelles en azote et en phosphore restent assez élevées par rapport à la limite tolérable pour un rejet d'effluent dans un écosystème sensible à l'eutrophisation.

KONATE (2011), a porté une étude sur l'application du lagunage anaérobie pour le traitement primaire des eaux résiduaires urbaines sous climat soudano-sahélien de Ouagadougou au Burkina Faso. Plusieurs problématiques majeures ont été traitées dans cette étude : l'évaluation des performances épuratoires des lagunages anaérobies, l'accumulation des boues, le devenir des parasites, la production de biogaz et le bilan carbone. Les travaux ont été réalisés sur les lagunes anaérobies de deux sites : d'une part la station expérimentale traitant des eaux usées purement domestiques du campus de l'Institut International d'Ingénierie de l'Eau et de l'Environnement à Ouagadougou, et d'autre part la station de Kossodo, une station en grandeur réelle, traitant des effluents mixtes urbains de la ville de Ouagadougou. Les rendements épuratoires pour la lagune anaérobie de Kossodo atteignent 67 % pour l'élimination de la DBO₅, 61% pour la DCO et 75% pour les MES. L'élimination des parasites atteint 99% pour les œufs d'helminthes et 97,6 % pour les kystes de protozoaires. Le traitement anaérobie réduit fortement la charge polluante des effluents bruts, allégeant ainsi la suite de l'épuration pour les étages secondaires de traitement. Le taux de production des boues

est faible ($0,019 \text{ m}^3/\text{habitant/an}$) ce qui témoigne de l'efficacité de la digestion anaérobie favorisée par les fortes températures (25 à 34°C).

IDDER *et al* (2011), ont réalisé une étude sur une installation pilote qui offre la possibilité de réaliser des comparaisons systématiques entre plusieurs filières et modes de traitement des eaux usées par lagunage (lagunage à microphytes, lagunage à macrophytes) de manière simultanée et dans les mêmes conditions de fonctionnement. Dans le cadre de l'expérience décrite dans cette étude, quatre filières de traitement ont été testées avec la combinaison de trois systèmes de lagunage différents: les microphytes, les macrophytes enracinés (*Echinocloa Stagnina*) et les macrophytes flottants (*Lemna minor* et *Eichhornia crassipes*). Les performances des quatre filières ont été évaluées sur la base de comparaison des résultats. La combinaison entre *Eichhornia crassipes* et *Echinocloa Stagnina* s'est révélée être la plus performante sur les paramètres physico-chimiques et biologiques, avec 95% d'abattement sur les MES, 94% sur les orthophosphates, 85% sur la DCO et 80% sur la DBO_5 . Les résultats ont montré, en outre que globalement, il n'y avait pas de différences significatives sur le plan épuratoire entre la filière à *Lemna minor* et la filière à lagunage naturel à microphytes.

2.1. Aspect réglementaire sur les analyses physico-chimiques des eaux usées

2.2.1. Réglementation Algérienne

La réglementation Algérienne sur le rejet des eaux usées ne concerne que les effluents liquides industriels. Il y a donc une lacune réglementaire concernant les eaux usées urbaines.

C'est le décret exécutif n° 06-141 du 20 Rabie El Aouel 1427 correspondant au 19 avril 2006, en application des dispositions de l'article 10 de la loi n° 03-10, qui a l'objet de définir les valeurs limites des rejets d'effluents liquides industriels (tableau 5). Il fixe les prescriptions techniques relatives aux installations générant ce type de rejets et les modalités de contrôle, notamment l'autocontrôle, visant à assurer la conformité des rejets aux valeurs limites fixées.

Tableau 5: Valeur limites des paramètres de rejets d'effluent liquides industriels (décret n° 06-141)

Paramètres	Valeurs limites
Température	30°C
pH	6.5-8.5
MES	35 mg/l
Azote Kjeldahl	30 mg/l
Phosphore total	10 mg/l
DCO	120 mg/l
DBO_5	35 mg/l

2.2.2. Réglementation française

La réglementation française impose un traitement des eaux usées urbaines avec des normes de rejet strictes en fonction du milieu récepteur. Elle repose en grande partie sur la loi sur l'eau du 3 janvier 1992 (articles 2, 6, 35) et sur les décrets du 29 mars 1993 et du 3 juin 1994 (HOUILIER et OUDART, 1993; STEYER, 1998).

Selon BOEGLIN (1997), ce sont les arrêtés du 22 novembre 1994 délimitant les zones sensibles et du 22 décembre 1994 fixant les prescriptions techniques relatives aux ouvrages

d'épuration qui précisent les règles générales applicables aux rejets en conditions normales d'exploitation.

Les mesures et analyses réalisées sur les échantillons moyens journaliers devront respecter :

- soit les valeurs fixées en concentration (tableau 6) ;
- soit les valeurs fixées en rendement (tableau 7).

**Tableau 6 : Condition de rejet des effluents urbains en concentration
BOEGLIN (1997)**

Paramètre	Concentration maximale (mg/L)
DBO ₅	25
DCO	125
MES	35(1)
(1) Pour les rejets dans le milieu naturel des bassins de lagunage, cette valeur est fixée à 150mg/L	

**Tableau 7: Conditions de rejet des effluents urbains en rendements
BOEGLIN(1997)**

Paramètre	Charge brute de pollution journalière (Kg/j)	Rendement minimal (%)
DBO ₅	120 à 600	70
	> 600	80
DCO	Toutes charges	75
MES	Toutes charges	90

Le pH des rejets doit être compris entre 6 et 8,5 et leur température doit être inférieure à 25°C. Les rejets dans les zones sensibles à l'eutrophisation doivent en outre respecter en moyenne annuelle :

- soit les valeurs du paramètre concerné, fixées en concentration (tableau 8) ;
- soit les valeurs du paramètre concerné, fixées en rendement (tableau 9).

Tableau 8: Conditions de rejet des effluents urbains dans les zones sensibles à l'eutrophisation (en concentration) BOEGLIN (1997)

Zone	Paramètre	Charge Polluante brute journalière (Kg/j)	Concentration maximale (mg/L)
Zone sensible à l'azote	NGL (1)	600 à 6000	15
		> 6000	10
Zones sensible au phosphore	PT(1)	600 à 6000	2
		> 6000	1
NGL : azote global PT : phosphore total (1) Ces exigences se réfèrent à une température de l’eau du réacteur biologique de la station d’épuration d’au moins 12°C			

Tableau 9: Conditions de rejet des effluents urbains dans les zones sensibles à l'eutrophisation (en rendement %)

Zone	Paramètre	Charge Polluante journalière (Kg/j)	Rendement minimal (%)
Zone sensible à l'azote	NGL	≥ 600	70
Zone sensible au phosphore	PT	≥ 600	80

2.2.3. Réglementation européenne

La directive européenne du 19 mars 1991 impose un traitement des eaux résiduaire avec des normes de rejet strictes en fonction de la capacité d'autoépuration du milieu récepteur (GAÏD, 1993).

- **Cas général**

Le traitement correspond à un traitement biologique :

- DBO₅ : 25 mg/L ou 70 à 90 % de réduction
- DCO : 125 mg/L ou 75 % de réduction
- MES : 35 mg/L ou 90 % de réduction

Les analyses sont réalisées sur des échantillons moyens journaliers.

- **Zones « moins sensibles »**

Certaines zones de rejet en eaux côtières et estuariennes pourront être considérées comme « moins sensibles » après qu'une étude préalable d'environnement l'aura justifié. Les niveaux de rejet applicables pour les zones « moins sensibles » correspondent à un traitement « primaire » : réduction au moins de 20 % de la DBO₅ et de 50 % des MES sur échantillon moyen 24 h.

- **Zones « sensibles »**

Ces zones correspondent à des zones avec risques d'eutrophisation ou zones posant problème pour la production d'eau potable.

Le traitement consiste, en plus du traitement général, à éliminer la pollution azotée et phosphorée.

- **Azote total**

En moyenne annuelle :

- 15 mg/l pour les agglomérations de 10 000 à 100 000 EH ;
- 10 mg/l pour celles de plus de 100 000 EH.

Ou, en moyenne journalière :

- 20 mg/l pour toutes les agglomérations ou 70 ou 80 % de réduction.

- **Phosphore total**

En moyenne annuelle :

- 2 mg/l pour les agglomérations de 10 000 à 100 000 EH. Les niveaux de rejet ou les pourcentages de réduction sont à respecter 95 % du temps.
- 1 mg/l pour les plus de 100 000 EH ou 80 % de réduction.

2.3. Définition et explication d'un bassin de filtration

L'utilisation des bassins de filtration à sable pour traiter des eaux usées domestiques est connue depuis très longtemps. Ces techniques ont connu un regain de popularité au cours des dernières décennies avec la mise en place de petits ouvrages d'assainissement et la recherche de solutions simples d'exploitation. Il en existe une grande quantité d'installations un peu partout dans le monde.

On trouve une documentation abondante dans la littérature scientifique et technique, tant sur les critères de conception que sur les rendements.

2.3.1. Principe de fonctionnement

Leur principe consiste à infiltrer, après le passage des eaux usées dans un ouvrage de décantation primaire, l'effluent à épurer à travers un support granulaire fin (massif de sable) non saturé sur lequel est fixée la biomasse épuratoire. La filtration sur le sable en milieu insaturé permet principalement une oxydation de la matière organique, de nitrifier l'azote ammoniacal (formation de nitrates) et de réduire les germes pathogènes. L'épuration par filtration fait appel à la fois à des processus d'ordre physique, chimique et biologique (PETITJEAN, 2011).

Selon GILLES (1989), l'efficacité de la filtration dépend de nombreux paramètres :

- l'épaisseur de la couche filtrante,
- forme et granulométrie du matériau,
- taille des particules en suspension dans l'eau,
- vitesse de filtration.

2.3.2. Principaux éléments constitutifs

Le bassin de filtration comprend, de l'amont vers l'aval (AESN, 2001):

- **Le système d'alimentation** : il a pour fonction d'alimenter le système de distribution des effluents. Ce système est l'une des parties les plus sensibles des installations d'infiltration sur sable. Il doit assurer une distribution uniforme des eaux, de manière à maîtriser les vitesses de percolation et les temps de séjour ;

- **Le système de distribution** : il a pour fonction de répartir l'effluent sur les surfaces d'infiltration ;

Ces deux systèmes assurent à chaque apport une répartition homogène de l'effluent sur l'ensemble de la surface unitaire à irriguer ;

- **Le filtre à sable** : les effluents percolent et subissent une biofiltration à travers le massif de sable ;

- **Le système d'évacuation** : selon les cas, l'effluent traité est récupéré par un réseau de drainage ou infiltré directement sous le massif.

2.3.3. Performances

D'excellents résultats d'élimination (en concentrations) sont obtenus par ce système (PERERA et BAUDOT, 2001) :

- DBO₅ inférieure à 25mg/l ;
- DCO inférieure à 90mg/l ;
- MES inférieures à 30 mg/l ;
- Nitrification quasi-complète ;

➤ Possibilité d'élimination des germes témoins de contamination fécale sous réserve de disposer d'une hauteur de matériau suffisante.

Le procédé de traitement par filtration sur sable, dans sa conception classique, n'est pas adapté à :

La dénitrification

La déphosphatation des effluents.

2.3.4. Choix du sable

Le choix du sable constituant le massif filtrant, est un des facteurs clefs pour un fonctionnement satisfaisant des bassins de filtration. Il doit avoir une perméabilité initiale suffisante pour garantir une vitesse d'infiltration adaptée, après colonisation par la biomasse épuratoire. Cette perméabilité est gouvernée essentiellement par le d_{10} , la teneur en fines et le coefficient d'uniformité (CU). Ces éléments, extraits d'analyses granulométriques, sont généralement donnés par la carrière ou l'extracteur de granulats qui contrôle ainsi sa production (LIENARD *et al*, 1999).

Les fuseaux granulométriques présentés ci-dessous constituent la référence en matière de granulométrie

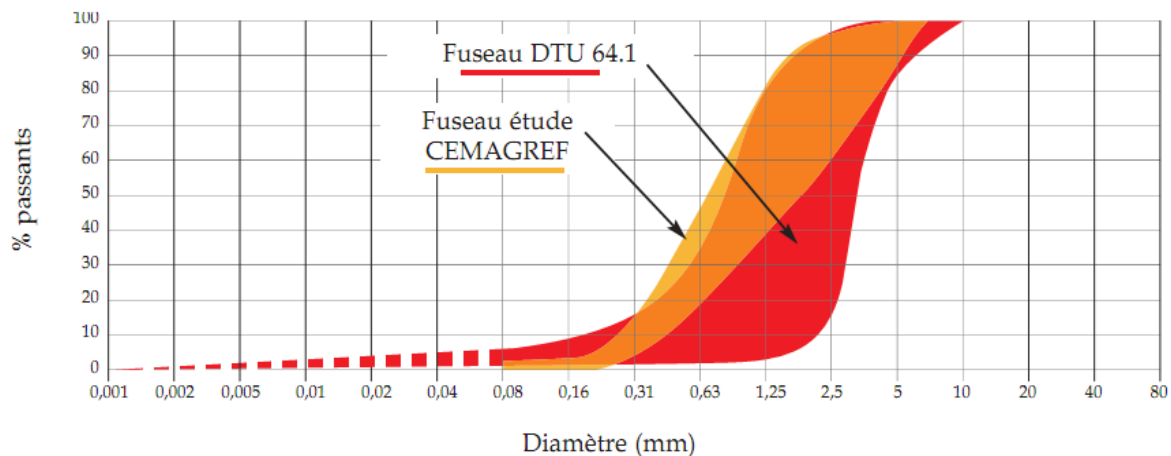


Figure 12 : Fuseaux granulométriques : étude CEMAGREF – Etude DTU 64.1 (août 98) (AESN, 2001)

D'après AESN (2001), On retiendra les valeurs suivantes pour la granulométrie :

Tableau 10: Les valeurs retenues pour la granulométrie de sable

Paramètre	Fuseau DTU 64.1	Fuseau étude CEMAGREF
d_{10}	0,18 mm < d < 2 mm	0,25 mm < d < 0,40 mm
Coefficient d'Uniformité (CU)	1 < CU < 18,5	3 < CU < 6
Teneur en fines (% en masse des particules de diamètre inférieur à 80 μ m)	Eviter les fines < à 80 μ m	Si 0,25 < d_{10} < 0,30 mm : 2,5% Si 0,30 < d_{10} < 0,40 mm : 3 %
Teneur en calcaire	Sable non calcaire	Inférieure à 4 %

2.3.5. Paramètres de dimensionnement (AESN, 2001)

- **Débits**

Le volume journalier d'effluents rejeté par un habitant est pris égal à 150 litres.

- **Flux polluants**

Les flux polluants par habitant à prendre en compte pour le dimensionnement sont ceux d'un Equivalent Habitant (EH) théorique défini par :

DBO₅: 60 g/j/EH

DCO: 140 g/j/EH

MES: 90 g/j/EH

NTK: 15 g/j/EH

PT: 4 g/j/EH

Ces flux, plus élevés que ceux rejetés par un habitant, intègrent un coefficient de majoration nécessaire pour effectuer un dimensionnement sécuritaire des installations.

- **Débit de pointe**

La technique d'épuration des eaux usées par filtration sur sable n'étant recommandée que jusqu'à 400 EH, le coefficient de pointe de temps sec sera pris égal à 4.

Tableau 11: Les règles de base de dimensionnement (AESN, 2001)

Paramètre	Filtre à surface libre
Charge hydraulique surfacique à appliquer l'ensemble du filtre en moyenne annuelle	100 L/m ² /jour soit 10 cm/jour
Surface de filtre par EH (déduite du paramètre précédent)	1,5 m ² /EH
Rythme d'alimentation des massifs filtrants	Phase de repos double de la phase d'alimentation
Charge hydraulique surfacique journalière à appliquer sur un massif filtrant (déduite des paramètres précédents)	300 L/m ² /jour en période d'alimentation, soit 30 cm/jour
Nombre de bâchées par surface unitaire par 5 jour d'alimentation	5 à 6
Débit moyen de la bâchée par mètre carré de surface à irriguer, à la sortie du système de distribution	Supérieur ou égal à 1 m ³ /h/m ² de surface à irriguer
Surface maximale d'un casier	100 m ² (pour des raisons d'exploitation)
Surface maximale desservie par point d'alimentation	50 m ²

2.3.6. Avantages et inconvénient de la technique (PERERA et BAUDOT, 2001)

- **Avantages**

- excellents résultats sur la DBO₅, la DCO, les MES ;
- nitrification poussée ;
- superficie nécessaire bien moindre que pour un lagunage naturel ;
- capacité de décontamination intéressante.

- **Inconvénients**

- nécessité d'un ouvrage de décantation primaire efficace ;
- risque de colmatage à gérer (d'où l'importance de l'emploi d'un sable "lavé" et de bonne granulométrie) ;
- nécessité d'avoir à disposition de grandes quantités de sable, ce qui peut engendrer des investissements importants s'il n'y en a pas de disponible à proximité ;
- adaptation limitée aux surcharges hydrauliques.

Conclusion

Les différents travaux cités, proviennent de thèses de doctorat, d'articles publiés dans des revues scientifiques et de travaux de diplôme rigoureusement sélectionnés en fonction de la rigueur scientifique dans la démarche méthodologique et de la qualité des résultats. Ces travaux nous ont permis de donner une première référence objective sur notre sujet.

Le milieu récepteur du rejet d'eau épurée possède une certaine « capacité d'accueil » de la pollution. Afin de mieux gérer cette pollution de l'eau plusieurs normes de portée internationale, Française et Algérienne ont été adoptées. Elles ont dressé des listes de paramètres considérées comme prioritaires, et dont il faudra tenir compte pour définir les conditions de rejet.

Une grande importance a été accordée pour le fonctionnement des bassins de filtration. En effet, de tels bassins sont reconnus comme bien adaptés au milieu rural, puisqu'ils présentent, une bonne qualité de traitement, un fonctionnement simple et une maintenance relativement limitée.

Chapitre III

Protocole expérimentale

Ce chapitre décrit notre bassin de filtration, le protocole expérimental mis en point, les analyses effectuées et le détail des conditions opératoires choisies pour les Analyses et sa justification.

3.1. Présentation du bassin de filtration

Nous avons choisi, pour évaluer l'efficacité de cette technique, de baser le présent mémoire sur l'étude du bassin de filtration implanté à Tala Bounane (commune Beni Aissi, daïra Beni Douala) de Tizi-Ouzou.

L'installation expérimentale est formée de deux bassins disposés en série (figure13) dont les dimensions sont indiquées sur le tableau 1. Les bassins sont alimentés par un canal qui draine des eaux usées domestiques.



Figure 13: bassin de filtration Tala Bounane.

Tableau 12: Dimensions et caractéristiques des deux bassins de filtration

Bassin	Longueur (m)	Largeur (m)	Profondeur (m)	Surface (m²)	Volume (m³)
1	3	2.5	2	7.5	15
2	3	2.5	2	7.5	15

Selon les données recueillies lors du Recensement Général de la Population et de l'Habitat (RGPH) de 2008 pour le village concerné par ce bassin de filtration, le nombre d'habitant est de 7537 habitants.

3.2. Méthodes d'analyse

3.2.1. Préparation et prélèvement des échantillons

La prise des échantillons a été effectuée à l'entrée et à la sortie du bassin de filtration. Les prélèvements ont été réalisés à l'aide de bouteilles en plastiques, préalablement lavés et transportés au laboratoire de génie de l'environnement de l'Université Mouloud Mammeri de Tizi-Ouzou pour être analysés.

Le prélèvement se faisait 3 fois par jours (à 8h, 12h et 15h) pour certains échantillons pour une durée d'une semaine, et une fois tous les 5 jours pour d'autre pendant un mois. Au total 42 échantillons ont été prélevés pour des analyses physico-chimiques et biologiques (la DBO₅, la DCO, les MES, pH, la turbidité et la température).

Pour ce qui suit, nous allons présenter le principe des différents paramètres mesurés. Les méthodes d'analyses sont celles préconisées par les normes AFNOR (1997) et par RODIER *et al* (2009).

3.2.2. Analyses physico-chimiques

3.2.2.1. Mesure de la turbidité

La turbidité est l'effet optique qui traduit le caractère trouble de l'eau. Elle est due à la présence de diverses matières en suspension finement divisées telles que des particules de matières organiques ou minérales. Ces particules ont une taille variant entre 10 nm et 100 µm.

L'unité utilisée pour la turbidité est la FTU. Pour effectuer la mesure de la turbidité, nous avons utilisé un appareil de type HANNA instruments LP 2000 comportant une diode infrarouge de longueur d'onde 890 nm et un détecteur de lumière réfléchi qui est un appareil à lecture directe. La mesure est basée sur l'absorption ou la diffusion des rayons lumineux par les particules en suspension.

❖ Mode opératoire

Prélever 30 ml d'eau à examiner, après avoir rendu le prélèvement homogène. Effectuer la lecture 4 minutes après l'introduction de la cuve dans l'appareil.

3.2.2.2. Détermination de la DCO

La demande chimique en oxygène (DCO) est la mesure de la quantité de dioxygène O₂ provenant de la réduction du dichromate de potassium, nécessaire pour oxyder les matières oxydables. Ces dernières étant en très grande majorité des matières organiques biodégradables ou non. La DCO peut être considérée comme une mesure de la totalité des matières organiques contenues dans une eau. La consommation d'oxygène par l'échantillon à analyser provoque un changement de la couleur dont l'absorbance est proportionnelle à la quantité de dichromate de potassium réduit et se mesure en équivalent d'oxygène. Elle s'exprime en mg O₂/l (ELSKENS, 2010).

❖ Mode opératoire

➤ Préparation des réactifs

• Solution de digestion

- Dissoudre 10.2g de K₂Cr₂O₇, préalablement séché à 105°C pendant 2h, Dans environ 500ml d'eau.
- Ajouter doucement 167ml de H₂SO₄ et 3.33g de HgSO₄.
- Agiter jusqu'à dissolution complète, laisser refroidir et compléter à 1000ml avec de l'eau distillée.

- **Réactif acide**

- Ajouter Ag_2SO_4 dans H_2SO_4 concentré à raison de 5.5 g d' Ag_2SO_4 par kg d'acide sulfurique.
- Laisser reposer 1 à 2 jours afin qu' Ag_2SO_4 soit complètement dissous.
- La solution doit être conservée à l'obscurité.

- **Solution d'acide sulfurique 9N**

- Préparer 100ml d'une solution de H_2SO_4 9N.

- **Solution étalon de biphtalate de potassium à 1000 mg/l**

- Sécher le biphtalate de potassium au four à 120°C pendant 2 h et laisser refroidir au dessiccateur.
- Dissoudre 851mg de biphtalate de potassium dans environ 800 ml d'eau et compléter à 1000 ml avec de l'eau distillée.

➤ **Préparation de l'échantillon et des solutions étalons**

Les solutions étalons et les échantillons sont traités de la même façon.

- Homogénéiser l'échantillon et les solutions étalons.
- Prélever à l'aide d'une pipette 2.5 ml d'échantillon ou de la solution étalon et l'introduire dans le tube en verre.
- Ajouter lentement 1.5 ml de la solution de digestion dans chaque tube.
- Ajouter lentement 3.5 ml de réactif acide, visser fermement le bouchon.
- Mélanger le tout à l'aide d'un agitateur.
- Porter le reflux dans un DCO mètre à une température de 150°C pendant 2h.
- Laisser refroidir le tube pendant 30 min, puis lire la DO à 600 nm au spectrophotomètre UV visible.

➤ **Courbe d'étalonnage de la DCO**

- A partir de la solution étalon de 1000mg /l, préparer dans des fioles jaugées de 100ml, une série de solutions aux concentrations suivantes : 50, 100, 150, 200, 250, 300, 350, 400, 450 et 500mg/l O_2 .
- Ajouter 0.5ml de H_2SO_4 9N dans chaque fiole et compléter au trait de jauge avec de l'eau distillée.
- Déterminer la DCO de chaque solution étalon préparée.
- Etablir la courbe d'étalonnage de la DCO.

La concentration en O_2 recherchée est déterminée en portant la valeur de la DO correspondante sur l'axe des ordonnées qui est ensuite projetée sur l'axe des abscisses.

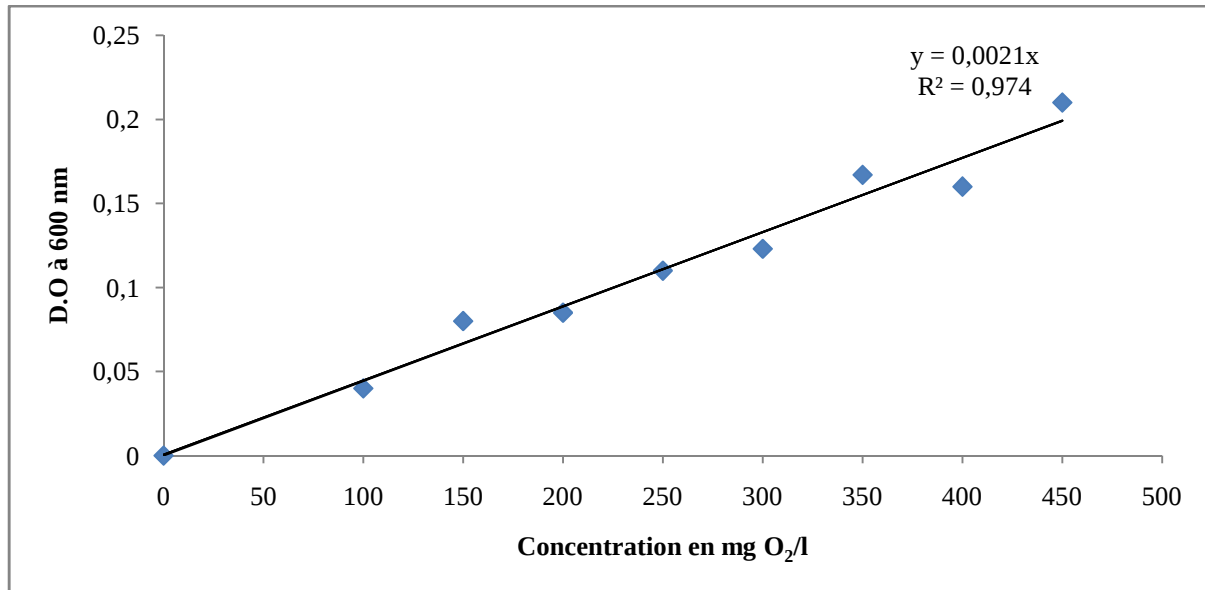


Figure14: Courbe d'étalonnage pour la détermination de la DCO.

3.2.2.3. Détermination de la demande biochimique en oxygène(DBO₅)

La DBO₅ est un paramètre global qui exprime la quantité d'oxygène qu'une biomasse épuratrice va consommer pour décomposer les matières organiques contenues dans l'effluent. Elle est donc représentative de la somme des matières organiques biodégradables (GAÏD, 2008). La quantité d'oxygène consommée dans les conditions de l'essai est mesurée après un laps de temps de 5 jours, d'où le nom de DBO₅ (ELSKENS, 2010).

❖ Mode opératoire

Pour la mesure de la DBO₅ on a utilisé la méthode respirométriques et les bouteilles utilisées sont de marque OxiTop.

- Le pH de l'échantillon doit être compris entre 6 et 8. Dans le cas contraire, il sera amené dans cette gamme à l'aide de solutions d'acide chlorhydrique ou d'hydroxyde de sodium à environ 0,5 mol/L.
- Dans un flacon contenant un barreau magnétique, on introduit l'échantillon. Le volume introduit dans le flacon dépend de la DBO₅ mesurée, dans notre cas 164ml.
- Dans la nacelle à placer sur le flacon, on introduit 2 à 3 grains d'hydroxyde de potassium sur lesquels on ajoute 1 à 2 gouttes d'eau. (Prendre toutes précautions pour que la solution ne déborde pas et ne risque pas de contaminer l'échantillon).
- On ferme ensuite hermétiquement le flacon.
- Lancer la mesure en appuyant sur S et M simultanément (deux secondes) jusqu'à ce que l'afficheur indique 00 ;
- Maintenir, dans une étuve thermostatique, le flacon de mesure avec l'OxiTop à 20 °C pendant 5 jours. Après que la température de mesure soit atteinte (au maximum après 1H), l'OxiTop lance automatiquement la mesure de la consommation de l'oxygène ;
- l'échantillon est agité en continu pendant 5 jours. L'OxiTop mémorise automatiquement une valeur toutes les 24 heures sur 5 jours. Pour connaître la valeur courante, il faut appuyer sur la touche M.
- La DBO₅ s'exprime en mg d'O₂/l et s'obtient par la multiplication de la valeur affichée par l'OxiTop après 5 jours d'incubation à 20°C par le facteur correspondant au volume échantillonné qui est donné par la gamme d'estimation (Tableau13).

Tableau 13: Gammes d'estimation de la DBO₅

DBO ₅ (mg/l)	Prise d'essai (ml)	Facteur
0 à 40	432	1
0 à 80	365	2
0 à 200	250	5
0 à 400	164	10
0 à 800	97	20
0 à 2000	43,5	50
0 à 4000	22,7	100

3.2.2.4. Détermination de la matière en suspension (MES)

❖ Définition et principe de mesure

Les MES désignent toutes les matières minérales ou organiques qui ne se solubilisent pas dans l'eau. Elles diminuent la luminosité dans ce dernier, donc freinent la photosynthèse (KOLLER, 2004), et donnent à l'eau une apparence trouble, un mauvais goût et une mauvaise odeur (BAUMONT *et al*, 2004). Selon BOEGLIN (1997), elles sont constituées par :

- ✓ les MES décantables en deux heures: il s'agit de la fraction grossière et dense des particules solides.
- ✓ les MES non décantables : il s'agit de la fraction colloïdale des MES.

La séparation des MES se fait à l'aide d'un équipement de filtration sous vide qui permet le passage de l'eau à analyser sur un filtre en fibres de verre. Les MES sont retenues sur le filtre qui est ensuite séché à 105°C de manière à éliminer l'eau retenue dans le filtre, puis la masse du résidu retenu est déterminée par pesée.

❖ Mode Opératoire

Laver le disque de filtration à l'eau distillée, le sécher (105 °C) jusqu'à masse constante, puis le peser après passage au dessiccateur. Le mettre en place sur l'équipement de filtration. Mettre en service le dispositif d'aspiration. Verser l'échantillon (V) sur le filtre. Rincer la fiole ayant contenu l'eau à analyser avec 10 ml d'eau permutée. Faire passer sur le filtre cette eau de lavage. Laisser essorer le filtre, sécher à 105 °C. Laisser refroidir au dessiccateur et peser, jusqu'à masse constante.

La teneur de l'eau en matières en suspension (mg/l) est donnée par l'expression

$$\frac{M_1 - M_0}{V} \times 1\,000$$

M₀ = masse du disque filtrant avant utilisation (mg).

M₁ = masse du disque filtrant après utilisation (mg).

V = volume d'eau utilisé (ml).

3.2.2.5. Détermination de la température

L'analyse de ce paramètre est très importante, car elle joue un rôle important dans la solubilité des sels et surtout des gaz (en particulier O₂) dans l'eau ainsi que, la détermination du pH et de la vitesse des réactions chimiques. La température agit aussi comme facteur physiologique sur le métabolisme de croissance des microorganismes vivants dans l'eau (BOTTA et BELLON, 2001 ; MECHATI, 2006).

❖ Mode opératoire

La mesure de la température de l'eau est réalisée par immersion d'un thermomètre dans l'eau à étudier. L'immersion devra être d'une durée suffisante pour lire la valeur exacte.

3.2.2.6. Le potentiel d'hydrogène (pH)

Sa valeur caractérise un grand nombre d'équilibre physicochimique. La valeur du pH altère la croissance des microorganismes existant dans l'eau (leur gamme de croissance est comprise entre 5 et 9) (MIZI, 2006 ; MECHATI, 2006).

Les eaux usées sont alcalines, elles proviennent généralement des rejets domestiques (eau du savon, fèces, urine et ordures) (PALIWAL *et al*, 1998).

❖ Mode Opératoire

La valeur du pH est donnée par lecture directe sur l'écran du pH mètre. Dans un bêcher, faire introduire 30 ml de l'eau, puis plonger l'électrode d'un pH mètre dans ce bêcher et lire directement la valeur affichée sur l'écran du pH mètre.

3.2.3. Appareillage utilisé au laboratoire de génie de l'environnement

- spectrophotomètre UV-Visible (MEDLINE) ;
- DBO mètre OxiTop (WTW);
- distillateur d'eau (GFL BHANU) ;
- balance de précision (OHAUS, 0.0001g);
- pH mètre (HANNA) ;
- agitateur magnétique(Heidolph MR 3001K) ;
- réacteur DCO CR 2200 (WTW référence 9.920 806) ;
- étuve(Memmert);
- tubes DCO de diamètre extérieur 16 mm;
- turbidimètre(HANNA LP2000);
- dispositif de filtration sous vide;
- disques filtrants en fibres de verre;
- petit matériel (micropipettes ; bêchers ; fioles jaugées ; pipettes graduées ; tubes à essais...)

Conclusion

Cette partie de travail nous a permis de mettre au point l'ensemble du matériel et des méthodes expérimentales nécessaires pour la mise en place de nos analyses, et de comprendre les principes de mesure des différents paramètres indicateurs de la pollution des eaux. En effet les analyses ont été réalisées sur tous les échantillons prélevés et dans de bonnes conditions.

La principale contrainte rencontrée est la non disponibilité d'un nombre suffisant de bouteilles OxiTop pour la détermination de la DBO₅ (seulement 2) au niveau du laboratoire, par conséquent la DBO₅ n'a pas été étudiée sur tous les échantillons prélevés.

Chapitre IV
Résultats d'analyses

Dans ce chapitre nous mettrons en place une méthodologie visant à répondre aux objectifs de notre étude, puis nous présentons les différents résultats obtenus pour tous les échantillons d'eaux usées analysés.

4.1. Méthodologie

L'objectif de notre travail est de faire des prélèvements à l'entrée et à la sortie du bassin de filtration implanté à Tala Bounane (Tizi-Ouzou) pour caractériser les effluents à l'entrée et les filtrats à la sortie de ce dernier et suivre l'évolution journalière des paramètres physico-chimiques.

Afin de calculer les rendements épuratoires de l'ouvrage, nous avons balayé une journée complète (matin, midi et soir) qui sont des heures de pointes donc représentatives de la journée, et une semaine complète y compris le week-end pour apprécier la sensibilité ou la variation dans les comportements durant la semaine.

Pour ce faire, nous avons choisis d'analyser les six paramètres suivants : pH, température, MES, turbidité, DCO et DBO₅. Le choix de ces paramètres est basé sur le fait qu'ils sont les paramètres dont l'ingénieur a besoin pour le dimensionnement en ingénierie de ces ouvrages.

Une fois l'analyse des échantillons terminée, il convient de présenter les résultats de telle façon qu'ils soient facilement exploitables.

4.2. Résultats d'analyses

Les tableaux suivants donnent les caractéristiques journalières des effluents à l'entrée et des filtrats à la sortie du bassin de filtration au cours de la période d'étude, ainsi que les rendements épuratoires.

Tableau 14: Résultats de la mesure du pH pour les effluents à l'entrée et les filtrats à la sortie du bassin de filtration.

Jour de prélèvement	Date de prélèvement	Période de prélèvement	Echantillon	pH
Dimanche	24/06/2012	Matin	Entrée	7,89
			Sortie	7,76
	24/06/2012	Midi	Entrée	7,92
			Sortie	7,77
	10/06/2012	Soir	Entrée	7,82
			Sortie	7,74
Lundi	25/06/2012	Matin	Entrée	7,86
			Sortie	7,71
	18/06/2012	Midi	Entrée	7,88
			Sortie	7,78
	25/06/2012	Soir	Entrée	7,77
			Sortie	7,67
Mardi	05 /06/2012	Matin	Entrée	7,81
			Sortie	7,76
	19/06/2012	Midi	Entrée	7,84
			Sortie	7,78
	19/06/2012	Soir	Entrée	7,79
			Sortie	7,62
Mercredi	20/06/2012	Matin	Entrée	7,80
			Sortie	7,72
	20/06/2012	Midi	Entrée	7,76
			Sortie	7,65
	20/06/2012	Soir	Entrée	7,73
			Sortie	7,61
Jeudi	21/06/2012	Matin	Entrée	7,89
			Sortie	7,78
	31/05/2012	Midi	Entrée	7,84
			Sortie	7,73
	21/06/2012	Soir	Entrée	7,76
			Sortie	7,65
Vendredi	22/06/2012	Matin	Entrée	7,77
			Sortie	7,69
	22/06/2012	Midi	Entrée	7,83
			Sortie	7,78
	22/06/2012	Soir	Entrée	7,79
			Sortie	7,68
Samedi	23/06/2012	Matin	Entrée	7,74
			Sortie	7,56
	23/06/2012	Midi	Entrée	7,81
			Sortie	7,76
	23/06/2012	Soir	Entrée	7,79
			Sortie	7,62

Tableau 15: Résultats de la mesure de la température (°C) pour les effluents à l'entrée et les filtrats à la sortie du bassin de filtration.

<i>Jour de prélèvement</i>	<i>Date de prélèvement</i>	<i>Période de prélèvement</i>	<i>Echantillon</i>	<i>Température</i>
Dimanche	24/06/2012	Matin	Entrée	23
			Sortie	23
	24/06/2012	Midi	Entrée	25
			Sortie	25
	10/06/2012	Soir	Entrée	27
			Sortie	27
Lundi	25/06/2012	Matin	Entrée	24
			Sortie	24
	18/06/2012	Midi	Entrée	26
			Sortie	26
	25/06/2012	Soir	Entrée	28
			Sortie	28
Mardi	05 /06/2012	Matin	Entrée	25
			Sortie	25
	19/06/2012	Midi	Entrée	28
			Sortie	28
	19/06/2012	Soir	Entrée	29
			Sortie	29
Mercredi	20/06/2012	Matin	Entrée	23
			Sortie	23
	20/06/2012	Midi	Entrée	25
			Sortie	25
	20/06/2012	Soir	Entrée	24
			Sortie	24
Jeudi	21/06/2012	Matin	Entrée	24
			Sortie	24
	31/05/2012	Midi	Entrée	24
			Sortie	24
	21/06/2012	Soir	Entrée	25
			Sortie	25
Vendredi	22/06/2012	Matin	Entrée	23
			Sortie	23
	22/06/2012	Midi	Entrée	25
			Sortie	25
	22/06/2012	Soir	Entrée	24
			Sortie	24
Samedi	23/06/2012	Matin	Entrée	23
			Sortie	23
	23/06/2012	Midi	Entrée	25
			Sortie	25
	23/06/2012	Soir	Entrée	24
			Sortie	24

Tableau 16: Résultats de la détermination de la concentration en MES (mg/l) pour les effluents à l'entrée et les filtrats à la sortie du bassin de filtration et les rendements épuratoires

<i>Jour de prélèvement</i>	<i>Date de prélèvement</i>	<i>Période de prélèvement</i>	<i>Echantillon</i>	<i>MES (mg/l)</i>	<i>Rendement (%)</i>
Dimanche	24/06/2012	Matin	Entrée	472	1,48
			Sortie	465	
	24/06/2012	Midi	Entrée	392	6,36
			Sortie	366	
	10/06/2012	Soir	Entrée	217	11,05
			Sortie	193	
Lundi	25/06/2012	Matin	Entrée	480	2,70
			Sortie	467	
	18/06/2012	Midi	Entrée	386	7,25
			Sortie	358	
	25/06/2012	Soir	Entrée	211	9,95
			Sortie	190	
Mardi	05 /06/2012	Matin	Entrée	457	2,62
			Sortie	445	
	19/06/2012	Midi	Entrée	325	6,15
			Sortie	305	
	19/06/2012	Soir	Entrée	236	10,17
			Sortie	212	
Mercredi	20/06/2012	Matin	Entrée	453	2,43
			Sortie	442	
	20/06/2012	Midi	Entrée	303	5,94
			Sortie	285	
	20/06/2012	Soir	Entrée	245	10,20
			Sortie	220	
Jeudi	21/06/2012	Matin	Entrée	446	2,46
			Sortie	435	
	31/05/2012	Midi	Entrée	316	7,28
			Sortie	293	
	21/06/2012	Soir	Entrée	248	10,48
			Sortie	222	
Vendredi	22/06/2012	Matin	Entrée	237	7,59
			Sortie	219	
	22/06/2012	Midi	Entrée	490	1,83
			Sortie	481	
	22/06/2012	Soir	Entrée	253	5,53
			Sortie	239	
Samedi	23/06/2012	Matin	Entrée	212	8,96
			Sortie	193	
	23/06/2012	Midi	Entrée	485	2,06
			Sortie	475	
	23/06/2012	Soir	Entrée	249	5,22
			Sortie	236	

Tableau 17: Résultats de la détermination de la turbidité (FTU) pour les effluents à l'entrée et les filtrats à la sortie du bassin de filtration et les rendements épuratoires

<i>Jour de prélèvement</i>	<i>Date de prélèvement</i>	<i>Période de prélèvement</i>	<i>Echantillon</i>	<i>Turbidité (FTU)</i>	<i>Rendement (%)</i>
Dimanche	24/06/2012	Matin	Entrée	394	2,54
			Sortie	384	
	24/06/2012	Midi	Entrée	312	6,09
			Sortie	293	
	10/06/2012	Soir	Entrée	177	11,86
			Sortie	156	
Lundi	25/06/2012	Matin	Entrée	424	2,12
			Sortie	415	
	18/06/2012	Midi	Entrée	329	7,29
			Sortie	305	
	25/06/2012	Soir	Entrée	193	9,84
			Sortie	174	
Mardi	05 /06/2012	Matin	Entrée	397	2,27
			Sortie	388	
	19/06/2012	Midi	Entrée	284	7,39
			Sortie	263	
	19/06/2012	Soir	Entrée	204	12,25
			Sortie	179	
Mercredi	20/06/2012	Matin	Entrée	327	1,53
			Sortie	322	
	20/06/2012	Midi	Entrée	287	6,97
			Sortie	267	
	20/06/2012	Soir	Entrée	213	11,73
			Sortie	188	
Jeudi	21/06/2012	Matin	Entrée	416	1,92
			Sortie	408	
	31/05/2012	Midi	Entrée	304	6,25
			Sortie	285	
	21/06/2012	Soir	Entrée	223	10,31
			Sortie	200	
Vendredi	22/06/2012	Matin	Entrée	195	9,23
			Sortie	177	
	22/06/2012	Midi	Entrée	461	1,73
			Sortie	453	
	22/06/2012	Soir	Entrée	241	5,39
			Sortie	228	
Samedi	23/06/2012	Matin	Entrée	188	9,57
			Sortie	170	
	23/06/2012	Midi	Entrée	438	1,83
			Sortie	430	
	23/06/2012	Soir	Entrée	213	5,63
			Sortie	201	

Tableau 18: Résultats de la détermination de la DCO (mg/l) pour les effluents à l'entrée et les filtrats à la sortie du bassin de filtration et les rendements épuratoires.

<i>Jour de prélèvement</i>	<i>Date de prélèvement</i>	<i>Période de prélèvement</i>	<i>Echantillon</i>	<i>DCO (mg/l)</i>	<i>Rendement (%)</i>
Dimanche	24/06/2012	Matin	Entrée	424	1,18
			Sortie	419	
	24/06/2012	Midi	Entrée	497	13,48
			Sortie	430	
	10/06/2012	Soir	Entrée	275	9,09
			Sortie	250	
Lundi	25/06/2012	Matin	Entrée	433	1,85
			Sortie	425	
	18/06/2012	Midi	Entrée	571	16,98
			Sortie	474	
	25/06/2012	Soir	Entrée	282	6,03
			Sortie	265	
Mardi	05 /06/2012	Matin	Entrée	435	1,61
			Sortie	428	
	19/06/2012	Midi	Entrée	532	14,66
			Sortie	454	
	19/06/2012	Soir	Eau brute	267	8,99
			Eau traitée	243	
Mercredi	20/06/2012	Matin	Entrée	415	1,92
			Sortie	407	
	20/06/2012	Midi	Entrée	489	15,54
			Sortie	413	
	20/06/2012	Soir	Entrée	275	10,18
			Sortie	247	
Jeudi	21/06/2012	Matin	Entrée	423	1,65
			Sortie	416	
	31/05/2012	Midi	Entrée	380	14,88
			Sortie	320	
	21/06/2012	Soir	Entrée	264	9,84
			Sortie	238	
Vendredi	22/06/2012	Matin	Entrée	362	7,46
			Sortie	335	
	22/06/2012	Midi	Entrée	622	1,12
			Sortie	615	
	22/06/2012	Soir	Entrée	432	7,41
			Sortie	400	
Samedi	23/06/2012	Matin	Entrée	356	8,7
			Sortie	325	
	23/06/2012	Midi	Entrée	559	2,59
			Sortie	563	
	23/06/2012	Soir	Entrée	418	7,17
			Sortie	388	

Tableau 19: Résultats de la détermination de la DBO₅ (mg/l) pour les effluents à l'entrée et les filtrats à la sortie du bassin de filtration et les rendements épuratoires.

<i>Jour de prélèvement</i>	<i>Date de prélèvement</i>	<i>Période de prélèvement</i>	<i>Echantillon</i>	<i>DBO₅ (mg/l)</i>	<i>Rendement (%)</i>
Dimanche	24/06/2012	Matin	Eau brute	202	2,97
			Eau traitée	196	
	24/06/2012	Midi	Eau brute	237	4,64
			Eau traitée	226	
	10/06/2012	Soir	Eau brute	244	10,65
			Eau traitée	218	
Lundi	18/06/2012	Midi	Eau brute	259	12,74
			Eau traitée	226	
Mardi	05 /06/2012	Matin	Eau brute	220	3,64
			Eau traitée	212	
	31/05/2012	Midi	Eau brute	257	14,40
			Eau traitée	220	

Conclusion

Les résultats obtenus ouvrent la discussion sur les caractéristiques des eaux usées de la région de Tala Bounane et les performances épuratoires des bassins de filtration implantées dans cette région.

Ces résultats nous amènent naturellement vers le dernier axe de cette étude comprenant l'exploitation de celles-ci sous forme de graphes et d'histogrammes et leurs interprétations.

Chapitre V

*Interprétation des
résultats*

L'objectif de ce chapitre est d'étudier l'évolution des paramètres (pH, température, turbidité, DCO et DBO₅) qui exercent une influence sur les performances épuratoires des bassins de filtration. Les objectifs spécifiques sont :

- ✓ la détermination et l'observation de la variabilité des caractéristiques des effluents à l'entrée et des filtrats à la sortie du bassin de filtration pour les différents paramètres analysés au cours de la journée. Les résultats sont comparés aux caractéristiques d'un effluent type urbain (tableau 20) ;
- ✓ l'étude des performances épuratoires du bassin qui sont analysées par rapport aux taux d'élimination de la pollution de l'eau, et la vérification de la conformité des valeurs enregistrées par rapport aux valeurs limites de rejet imposées par la législation.

On note que la réglementation algérienne présente une lacune en ce qui concerne les eaux usées urbaines, cause pour laquelle les valeurs sont comparées aux valeurs limites imposées par la réglementation Française et Européenne citées au chapitre 2.

Tableau 20: Caractéristiques d'un effluent type urbain.

Paramètres	Unité	Echelle de variation
T	°C	18-35
pH	Unité pH	7.5-8.5
MES	mg/l	150-500
DBO ₅	mg/l	100-400
DCO	mg/l	300-1000

5.1. Caractéristiques des effluents à l'entrée et des filtrats à la sortie du bassin de filtration

5.1.1. A l'entrée du bassin de filtration

5.1.1.1. Température de l'eau (°C)

Dans la zone d'étude, les températures des effluents enregistrées à l'entrée du bassin de filtration oscillent entre 23°C et 25°C pour le matin, 24°C et 28°C pour midi et entre 24°C et 29°C le soir. Ces valeurs sont dans des fourchettes normales (de 18 à 35°C), ce qui est favorable à la solubilité des gaz dans l'eau, la dissociation des sels dissous, de même que sur les réactions chimiques et biochimiques, le développement et la croissance des organismes vivants dans l'eau et particulièrement les microorganismes (RODIER *et al*, 2009).

Une différence significative n'existe pas entre les périodes de suivie (matin, midi et soir), concernant la température de l'eau, cela nous mène à penser que ces variations suivent celles du climat de la région. Les différentes variations de la température de l'eau sont représentées graphiquement sur la figure 15.

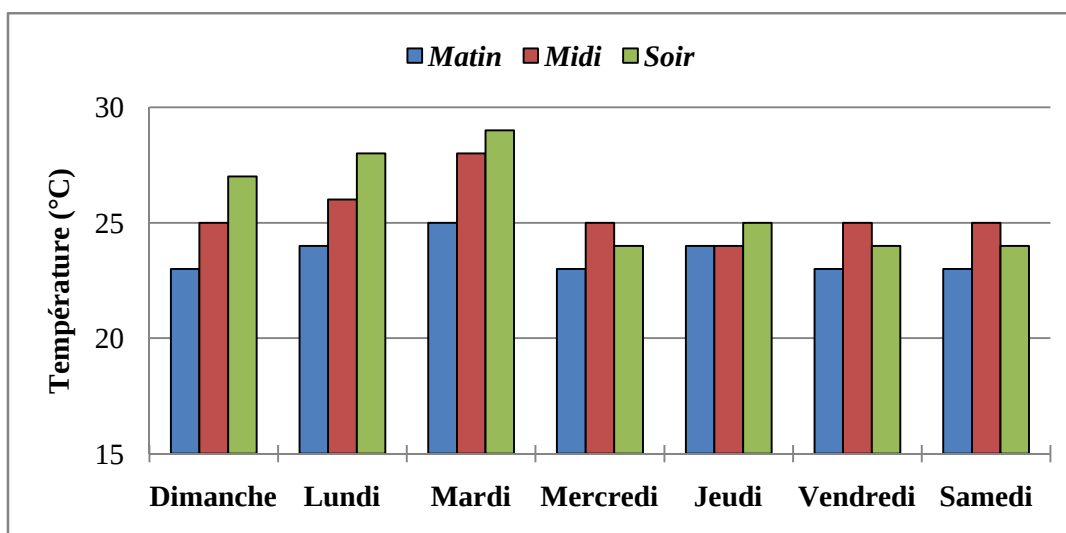


Figure 15 : Variation de la température des effluents à l'entrée du bassin en fonction de la journée de la semaine pour chaque période de prélèvement.

5.1.1.2. pH

Les valeurs observées à l'entrée du bassin de filtration révèlent que le pH des effluents est légèrement alcalin pour toutes les analyses effectuées. Elles se situent entre 7,74 à 7,89 le matin, 7,76 à 7,92 à midi et 7,73 à 7,82 le soir, donc dans la fourchette normale (7,5 à 8,5). Ce qui est de nature à favoriser le développement bactérien nécessaire à la dégradation biologique des polluants organiques. Cette alcalinité de l'effluent serait dû à des rejets domestiques (eau de savon, fèces, urine...etc.) (PALIWAL *et al*, 1998). Les différentes valeurs du pH de l'effluent à l'entrée du bassin de filtration sont illustrées graphiquement par la figure 16.

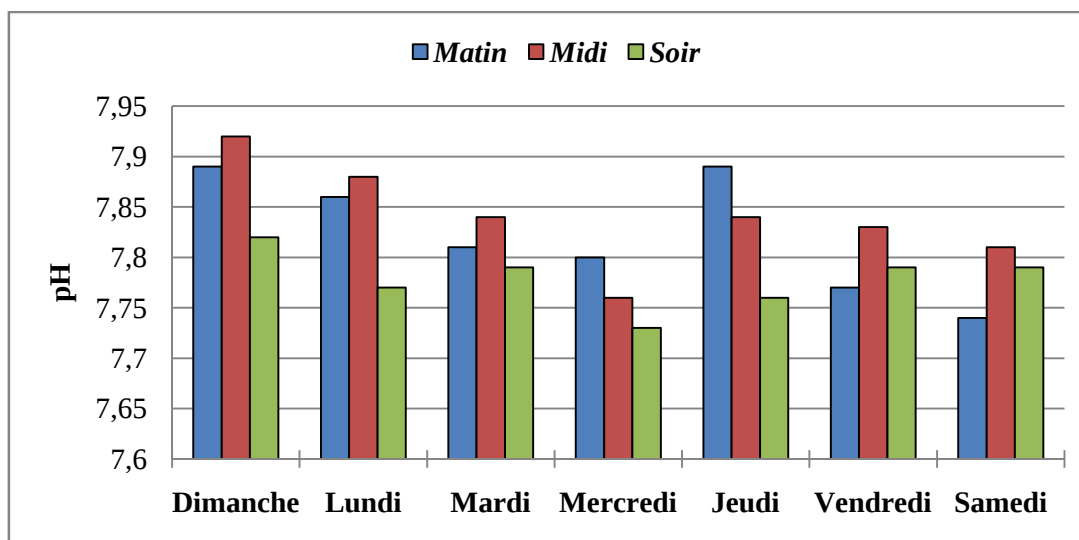


Figure 16 : Variation du pH des effluents à l'entrée du bassin en fonction de la journée de la semaine pour chaque période de prélèvement.

5.1.1.3. MES (mg/l)

Les valeurs de MES des effluents à l'entrée du bassin de filtration sont données dans la figure 17. La teneur de l'effluent en MES enregistrée à l'entrée du bassin durant notre période d'étude a été entre 212 et 480 mg/l le matin, 316 mg/l et 490 mg/l à midi et 211 mg/l à 253 mg/l le soir. Ces teneurs restent dans la gamme de charge admissible (150 à 500 mg/l). Les teneurs les plus élevées en MES sont enregistrées le matin pour toutes les journées de la semaine à l'exception de week-end où la plus grande valeur est observée à midi, cela peut être expliqué par la production d'eaux usées domestiques qui fluctue au cours de la journée, avec une valeur quasi nulle durant la nuit, une production maximale le matin autour de 7-8 h avant le départ au travail et un second pic en soirée de 17 à 22 h.

La teneur en MES trop basse serait due à la sédimentation des particules suite à un débit minimal, et une teneur plus élevée serait due par contre à la remise en suspension des dépôts durant le pic de débit de midi pour le week-end, et matinal pour les autres journées de la semaine (VERBANCK, 1995 ; COGHLAN, 1995 ; GEIGER, 1987).

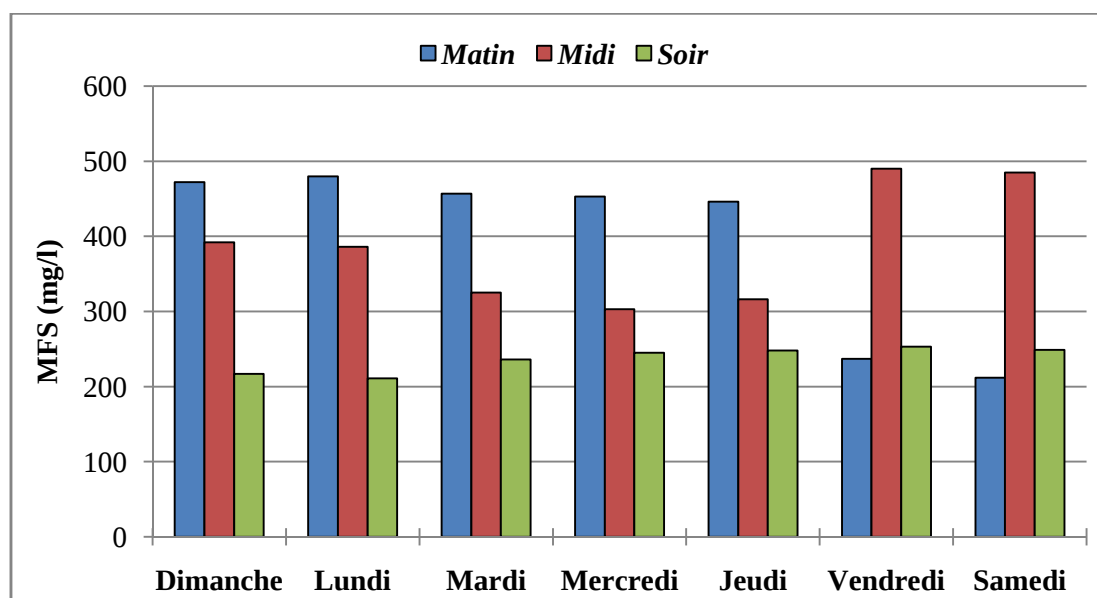


Figure 17 : Variation de MES des effluents à l'entrée du bassin de filtration en fonction de la journée de la semaine pour chaque période de prélèvement.

5.1.1.4. Turbidité (FTU)

Les valeurs de la turbidité enregistrées pour les effluents à l'entrée du bassin de filtration se limitent dans un intervalle de valeur de 188 à 424 FTU pour le matin, 284 à 461 FTU à midi et 177 à 241 FTU le soir. Cela est dû à la présence dans l'eau de particules en suspension tel que les limons, les argiles, les matières organiques ou minérales et les microorganismes (RODIER *et al*, 2009).

Etant donné que la turbidité est la résultante de la MES, sa variation semble être directement liée à la variation de la MES de l'effluent. Les différentes valeurs de la turbidité enregistrées pour l'effluent à l'entrée du bassin de filtration sont présentées graphiquement sur la figure 18.

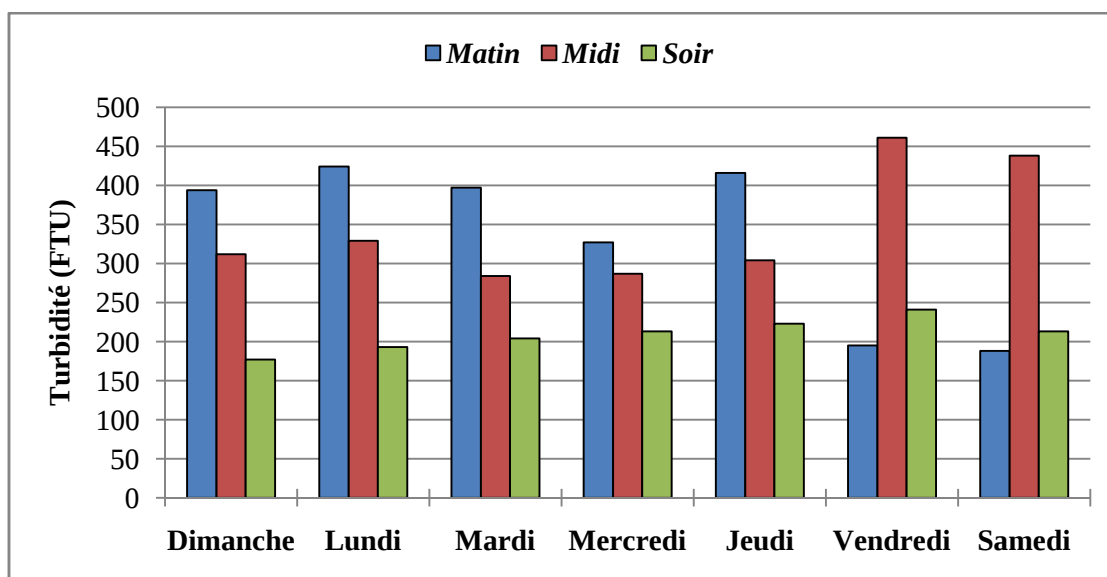


Figure 18 : Variation de la turbidité des effluents à l'entrée du bassin de filtration en fonction de la journée de la semaine pour chaque période de prélèvement.

5.1.1.5. DBO₅ (mg/l)

Les teneurs en DBO₅ enregistrées pour les effluents à l'entrée du bassin de filtration pour la journée de dimanche (figure 19) est de 202 mg/l le matin, 237 mg/l à midi et 244 mg/l le soir. Ces valeurs restent dans la gamme de référence pour les eaux usées d'origine domestique (100 à 400 mg/l). L'augmentation des teneurs en DBO₅, du matin au soir, peut être expliquée par l'instauration des conditions de dégradation de la matière organique par les microorganismes dont l'activité s'intensifie avec la diminution de la vitesse d'écoulement et avec le réchauffement des eaux. Cette activité, consommatrice d'oxygène, est à l'origine de l'autoépuration des eaux (BREMOND ET PERRODON, 1979). La plus basse valeur observée de DBO₅ le matin serait dû au grand débit des eaux qui contribue à la dilution de la charge organique.

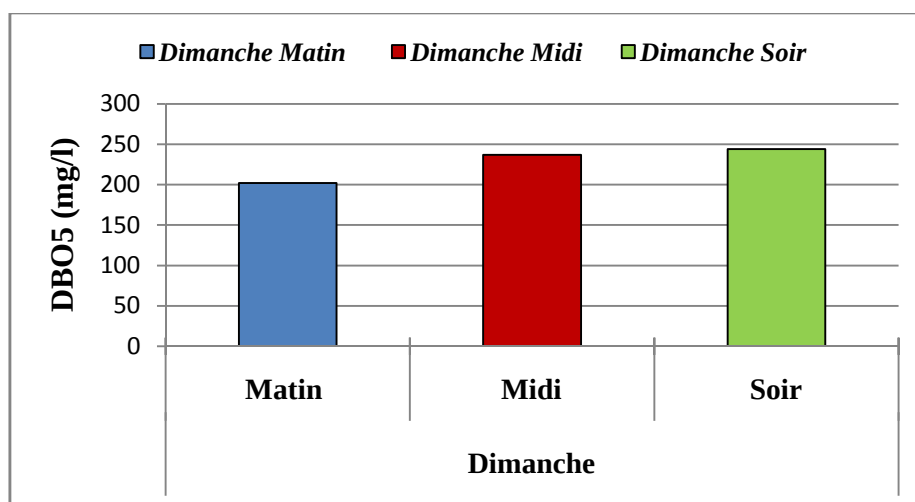


Figure 19 : Variation de la DBO₅ des effluents à l'entrée du bassin de filtration au cours de la journée de dimanche en fonction de la période de prélèvement.

5.1.1.6. DCO (mg/l)

Les valeurs de DCO enregistrées pour les effluents à l'entrée du bassin de filtration varient entre 390 mg/l à 435 mg/l le matin, 484 mg/l à 622 mg/l à midi et de 264 mg/l à 432 mg/l pour le soir (figure 20). Ces valeurs restent dans la gamme de référence pour les eaux usées d'origine domestique (300 à 1000 mg/l). Les valeurs de la DCO présentent une variation non négligeable au cours de la période d'étude, cela peut s'expliquer par une variation de la qualité des eaux usées produites à différents moments de la journée.

Les concentrations les plus élevées sont observées le matin et à midi pour toutes les journées de la semaine, à l'exception de week-end où on observe une teneur légèrement faible le matin. L'augmentation de la DCO est due essentiellement aux principaux usages domestiques de l'eau (WC, douche et bain, évier, lavabo, machines à laver) qui sont généralement chargées de substances biodégradables, de détergents, de produits nettoyants, désinfectants, et détartrants ainsi que d'engrais, de pesticides et de solvants pour le bricolage. Ces eaux peuvent également contenir des polluants cosmétiques et médicamenteux.

Les valeurs de la DCO et de la DBO₅ restent dans la gamme des valeurs de référence pour les eaux usées d'origine domestique avec un rapport de DCO/DBO₅ inférieur à 2,5. Ce rapport étant inférieur à 3 permet de conclure qu'il s'agit d'un effluent brut facilement biodégradable (METCALF et EDDY, 1991).

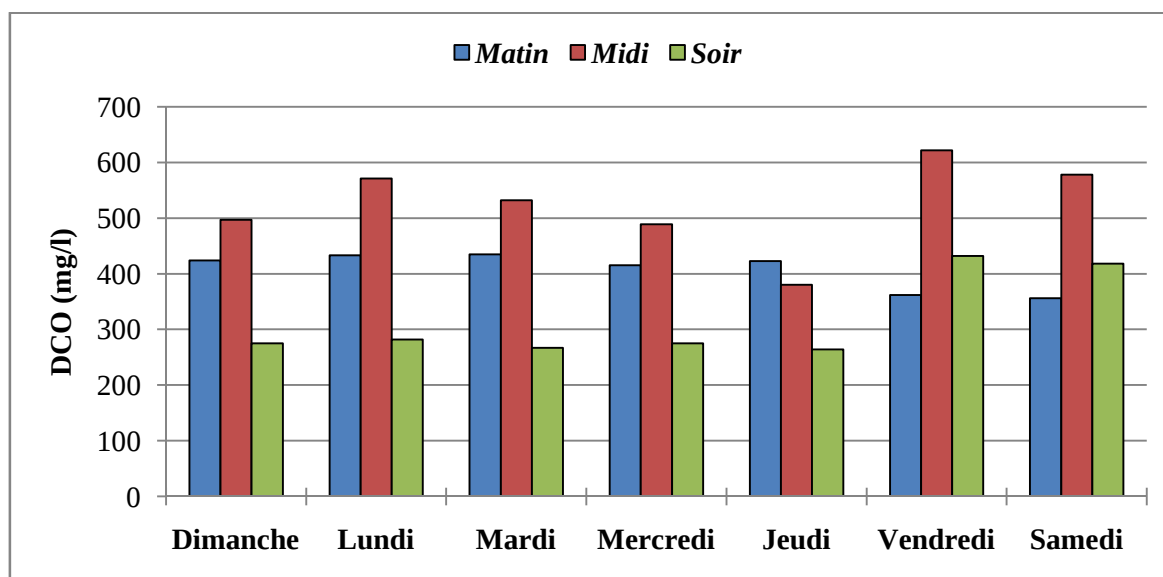


Figure 20 : Variation de la DCO des effluents à l'entrée du bassin de filtration en fonction de la journée de la semaine pour chaque période de prélèvement.

5.1.2. A la sortie du bassin de filtration

5.1.2.1. pH

Les valeurs de pH enregistrées pour les filtrats à la sortie du bassin de filtration sont présentées dans la figure 21. Elles varient entre 7,74 et 7,89 le matin, entre 7,76 et 7,92 à midi et entre 7,73 et 7,82 le soir. Ces valeurs sont conformes à celles préconisées par la législation française et correspondante au rejet des eaux usées urbaines (entre 6 et 8,5).

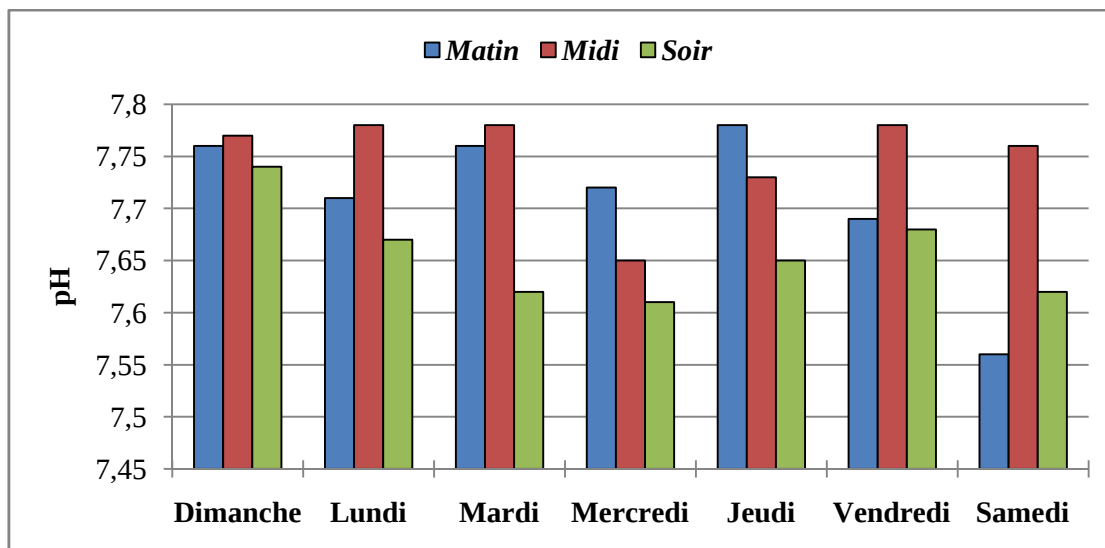


Figure 21: Variation du pH des filtrats à la sortie du bassin en fonction de la journée de la semaine pour chaque période de prélèvement.

5.1.2.2. MES (mg/l)

Les valeurs de MES enregistrées pour les filtrats à la sortie du bassin de filtration sont présentées dans la figure 22. Elles varient entre 219 à 467 mg/l le matin, 285 mg/l à 481 mg/l à midi et 190 mg/l à 239 mg/l le soir. Ces valeurs sont au dessus de la norme requise par la législation française et européenne (inférieure ou égale 35mg/l).

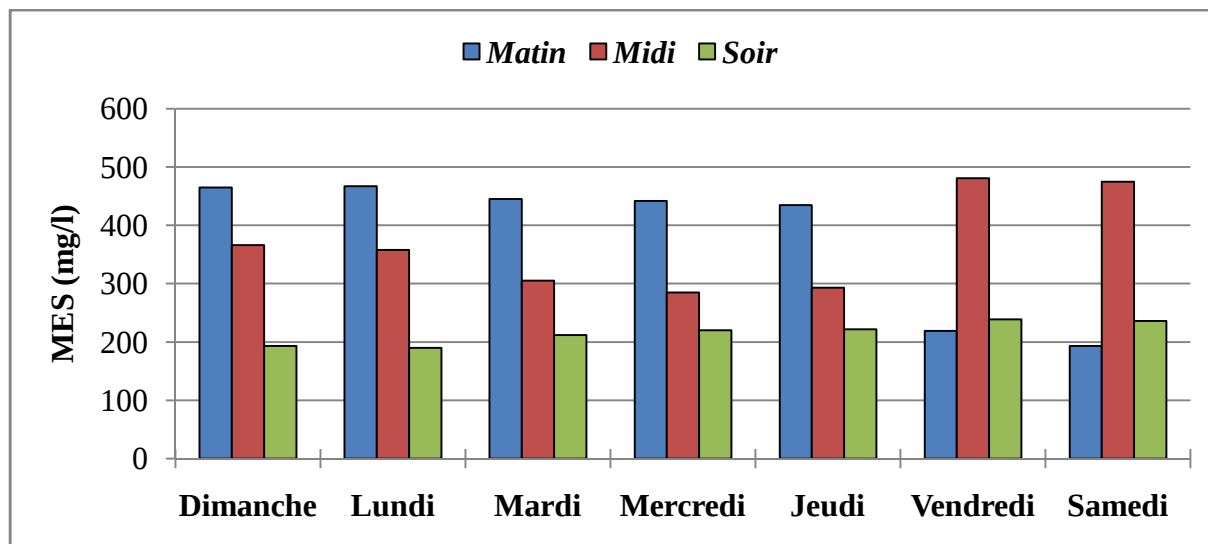


Figure 22 : Variation de MES des filtrats à la sortie du bassin de filtration en fonction de la journée de la semaine pour chaque période de prélèvement

5.1.2. 3. Turbidité (FTU)

Les valeurs de turbidité enregistrées pour les filtrats à la sortie du bassin de filtration sont présentées dans la figure 23. Elles varient entre 170 mg/l à 415 mg/l le matin, 263 mg/l à 453 mg/l à midi et 156 mg/l à 228 mg/l le soir.

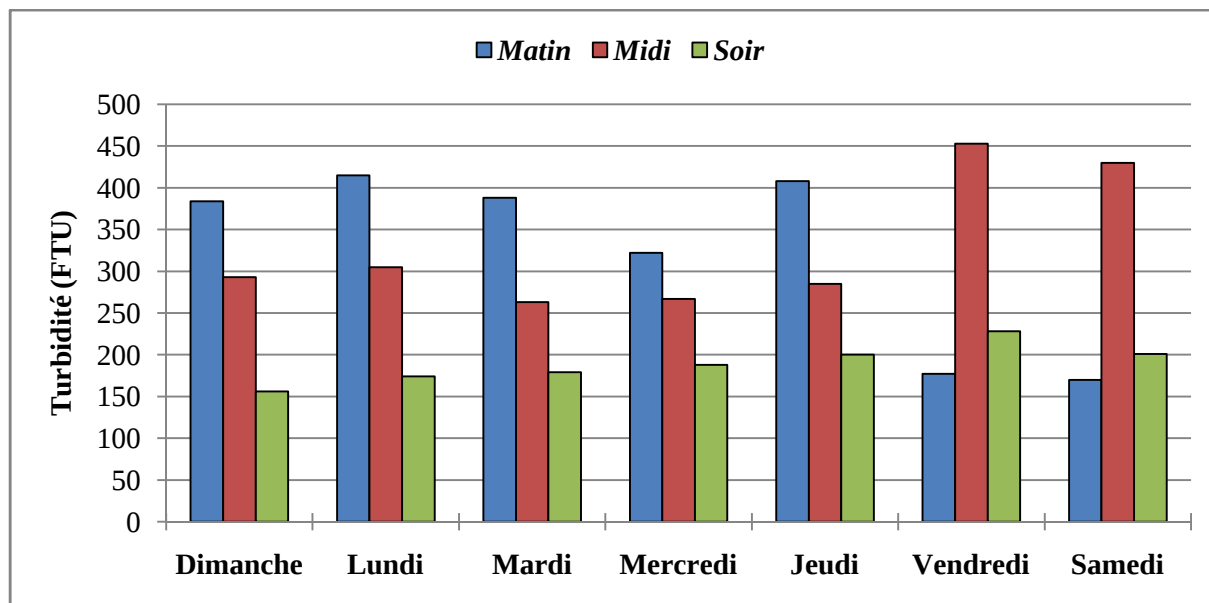


Figure 23 : Variation de la turbidité des filtrats à la sortie du bassin de filtration en fonction de la journée de la semaine pour chaque période de prélèvement

5.1.2.4. DCO (mg/l)

Les valeurs de DCO enregistrées pour les filtrats à la sortie du bassin de filtration sont présentées dans la figure 24. Elles varient entre 352 mg/l à 428 mg/l le matin, 412 mg/l à 615 mg /l à midi et 238 mg/l et 400 mg /l le soir. Ces teneurs sont nettement supérieures à la norme requise par la législation française et européenne (inférieure ou égale 125mg/l).

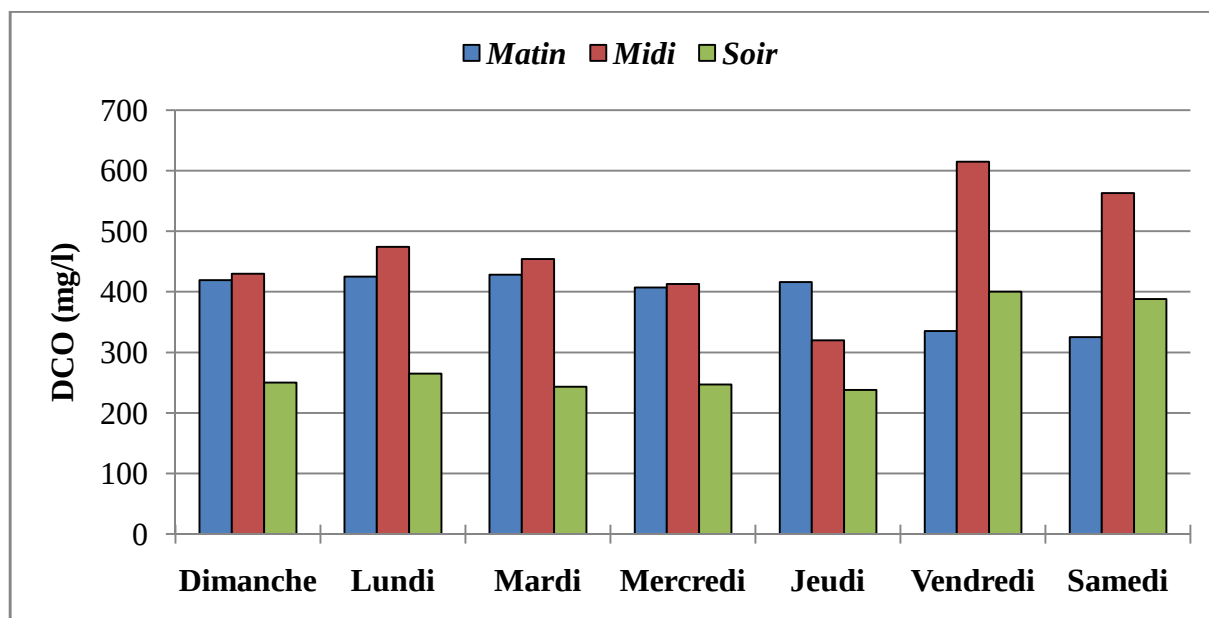


Figure 24 : Variation de la concentration en DCO des filtrats à la sortie du bassin de filtration en fonction de la journée de la semaine pour chaque période de prélèvement

5.1.2.5. DBO₅ (mg/l)

Elle est de 196 mg/l le matin, 226 mg/l à midi et 218 mg/l le soir (figure 25). Ces valeurs sont au dessus de la norme requise par la législation française et européenne (inférieure ou égale 25 mg/l).

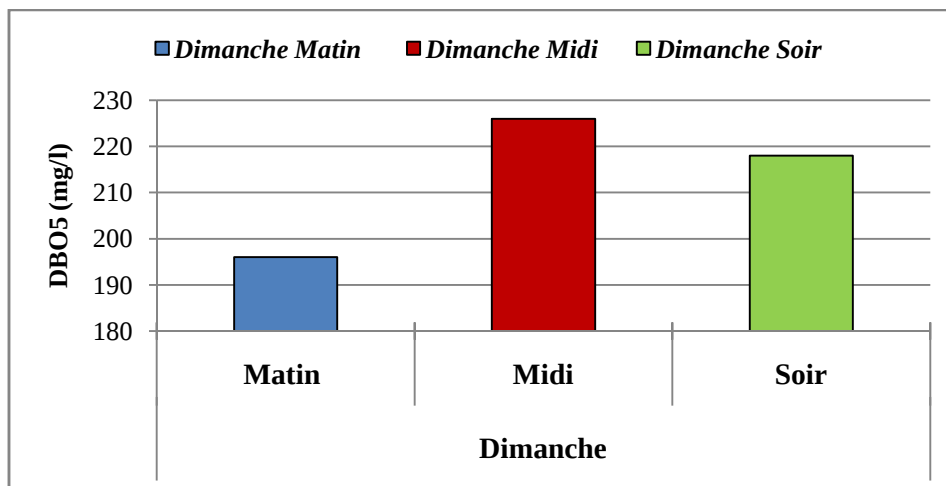


Figure 25: Variation de la DBO₅ des filtrats à la sortie du bassin de filtration au cours de la journée de dimanche en fonction de la période de prélèvement.

5.2. Evolution des paramètres physico-chimiques (pH, MES, turbidité, DCO et DBO₅) dans les effluents à l'entrée et les filtrats à la sortie du bassin de filtration

5.2.1. pH

On constate une baisse du pH des filtrats à la sortie du bassin de filtration par rapport à celui des effluents urbains enregistrés à l'entrée du bassin (figure 26).

La baisse du pH traduit une acidification du milieu. Cette acidification pourrait résulter de l'oxydation de la matière organique. En effet, l'oxydation de la matière organique produit du dioxyde de carbone (CO₂) qui acidifie le milieu. De même, la nitrification (oxydation de NH₄⁺) entraîne une acidification des filtrats (DOMMERGUES ET MANGENOT, 1970; MÜNCH, 2004).

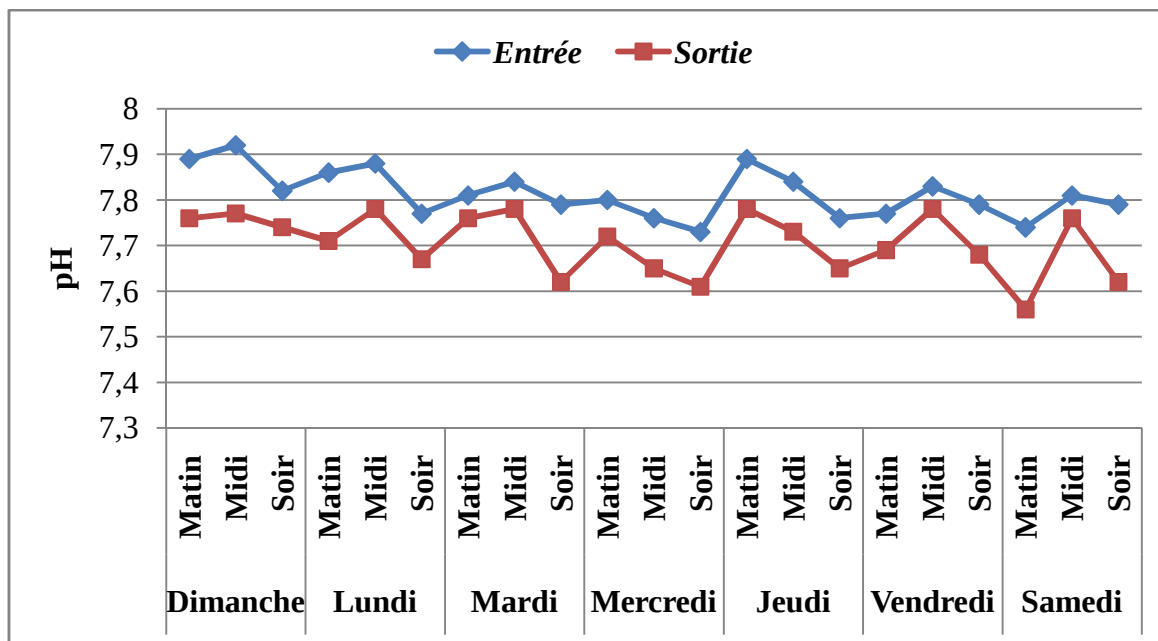


Figure 26 : L'évolution journalière du pH des effluents à l'entrée et des filtrats à la sortie du bassin de filtration pour chaque période de prélèvement.

5.2.2. MES (mg/l)

L'évolution journalière de la concentration en MES des effluents à l'entrée du bassin de filtration et les filtrats à la sortie de ce dernier est présentée dans la Figure 27. À la sortie du bassin, on relève une diminution des concentrations en MES dans les filtrats par rapport à celles enregistrées à l'entrée du bassin. Cette diminution serait due à la filtration physique qui retient les matières grossières en surface et les plus fines, soit par blocage entre les pores, par interception et fixation sur les grains ou par interactions chimiques de type Van Der Waals (CHACHUAT, 1998).

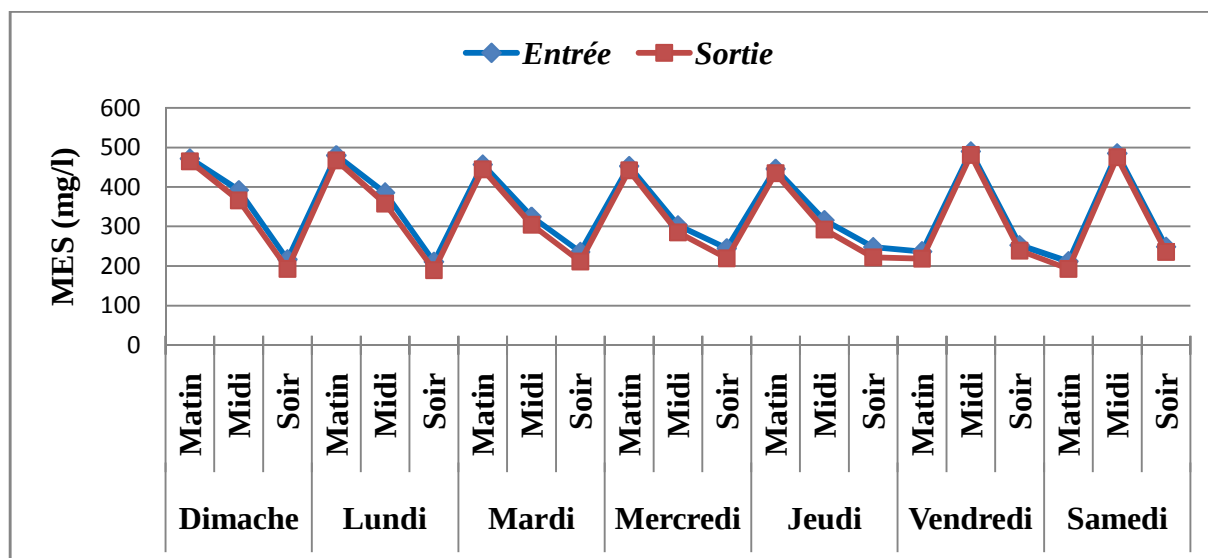


Figure 27 : L'évolution journalière de la concentration en MES dans les effluents à l'entrée et les filtrats à la sortie du bassin de filtration pour chaque période de prélèvement.

5.2.3. Turbidité (FTU)

L'évolution journalière de la turbidité des effluents à l'entrée du bassin de filtration et les filtrats à la sortie de ce dernier est présentée dans la figure 28. À la sortie du bassin de filtration, on constate une diminution de la turbidité dans les filtrats par rapport à celles enregistrées à l'entrée du bassin de filtration. Cette diminution est directement liée à la diminution de la MES qui est retenue dans le massif filtrant.

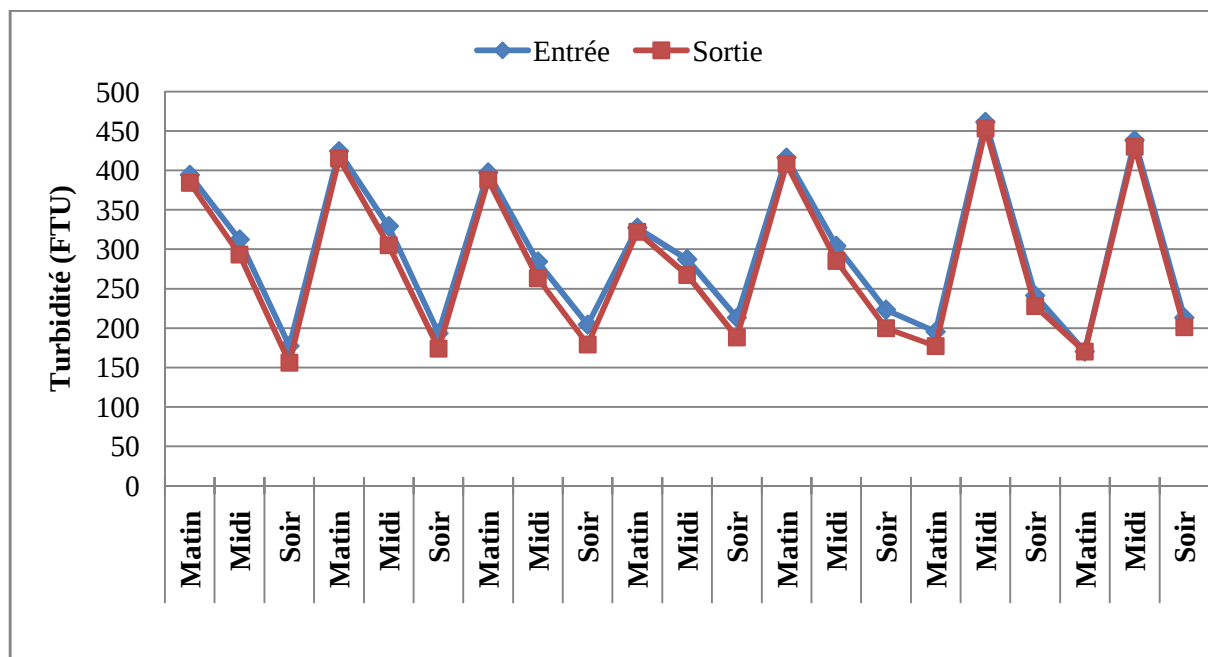


Figure 28: L'évolution journalière de la turbidité des effluents à l'entrée et les filtrats à la sortie du bassin de filtration pour chaque période de prélèvement.

5.2.4. DCO (mg/l)

L'évolution journalière de la concentration en DCO des effluents à l'entrée et les filtrats à la sortie du bassin de filtration est présentée dans la figure 29. La concentration de DCO diminue dans les filtrats à la sortie des bassins de filtration par rapport à celle des effluents enregistrés à l'entrée. Ceci est vraisemblablement dû à la rétention physique de la matière organique de l'effluent dans les filtres et l'oxydation de celle-ci par la flore microbienne en présence d'oxygène. La matière particulaire est hydrolysée par des exoenzymes. La matière dissoute, est quant à elle fixée dans le massif par adsorption et échange d'ions (BERLAND, 1999).

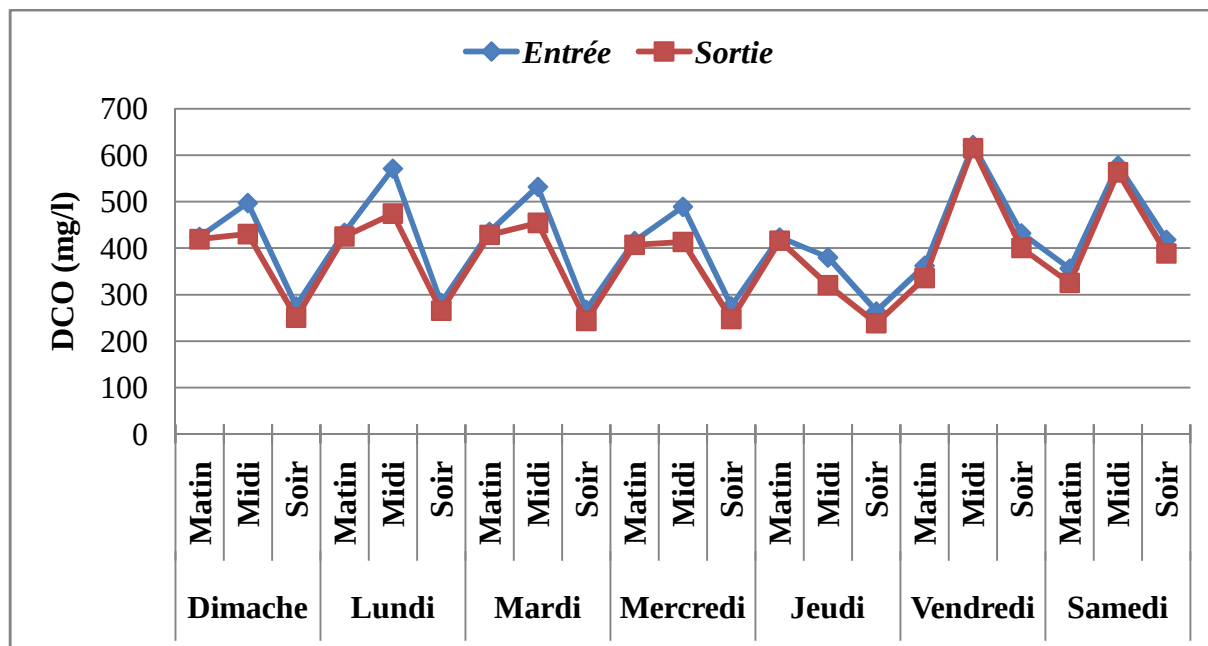


Figure 29: L'évolution journalière de la DCO des effluents à l'entrée et les filtrats à la sortie du bassin de filtration pour chaque période de prélèvement.

5.2.5. DBO₅

L'évolution au cours de la journée de dimanche de la concentration en DBO₅ des effluents à l'entrée et les filtrats à la sortie du bassin de filtration est présentée dans la figure 30. À la sortie du bassin, on relève une diminution des concentrations en DBO₅ dans les filtrats par rapport à celles enregistrées à l'entrée du bassin de filtration. Les données manquantes durant les autres journées de la semaine rendent plus difficile l'interprétation.

Cependant, la diminution de la DBO₅ observée peut être expliquée par la dégradation de la matière organique biodégradable par les micro-organismes.

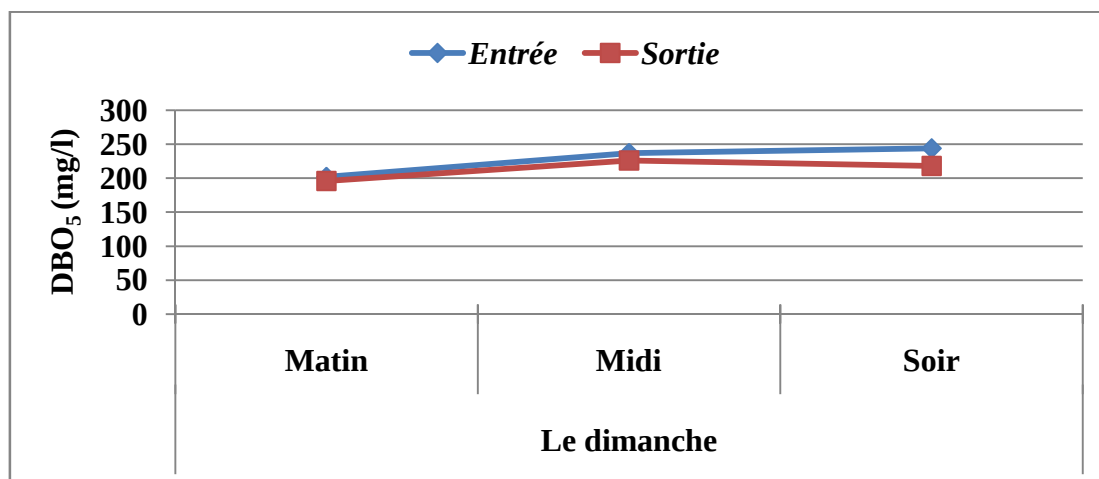


Figure 30 : L'évolution au cours de la journée de dimanche de la concentration en DBO₅ des effluents à l'entrée et les filtrats à la sortie du bassin de filtration en fonction de la période de prélèvement

5.3. Rendements épuratoires

5.3.1. MES

Les rendements épuratoires en MES sont présentés dans la figure 31. Les rendements d'élimination de la MES varient respectivement entre 1,48 % à 7,59 % le matin, 1,83 % à 7,28 % à midi et 5,22 % et 11,05 % le soir. En effet, les faibles rendements enregistrés le matin par rapport à celles de midi et soir seraient liés au colmatage des filtres additionné d'un grand débit matinal des effluents urbains qui transporte de grande quantité de particules avec une vitesse d'écoulement très élevée, par conséquent le temps de séjour de ces effluent dans les bassins de filtration est réduit, ce qui ne permet pas une bonne filtration. Exception pour le week-end où le débit matinal et la vitesse d'écoulement des effluents urbains sont faibles, entraînant ainsi un temps de séjour dans le bassin de filtration important ce qui permet la filtration de l'effluent.

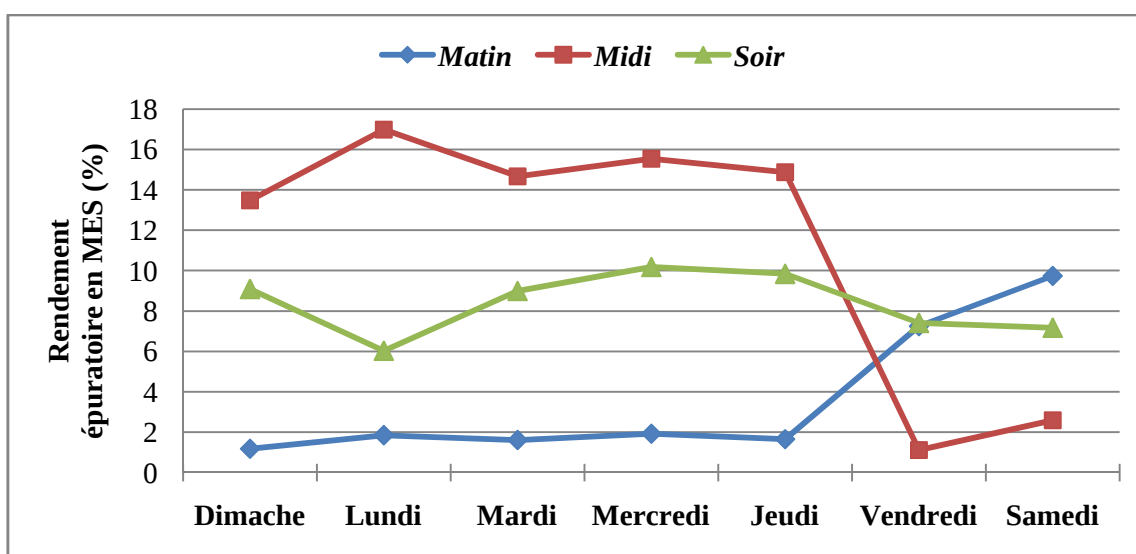


Figure 31 : Variation des rendements épuratoires en MES en fonction des jours de la semaine pour chaque période de prélèvement.

5.3.2. Turbidité

Les rendements épuratoires de la turbidité sont présentés dans la figure 32. Les rendements épuratoires pour la turbidité enregistrés sur la période de suivi varient entre 1,53% et 9,57 % le matin, 1,73% et 7,39 % à midi et 5,39 % et 12,25 % soir. Cette variation est due aux facteurs cités pour la matière en suspension.

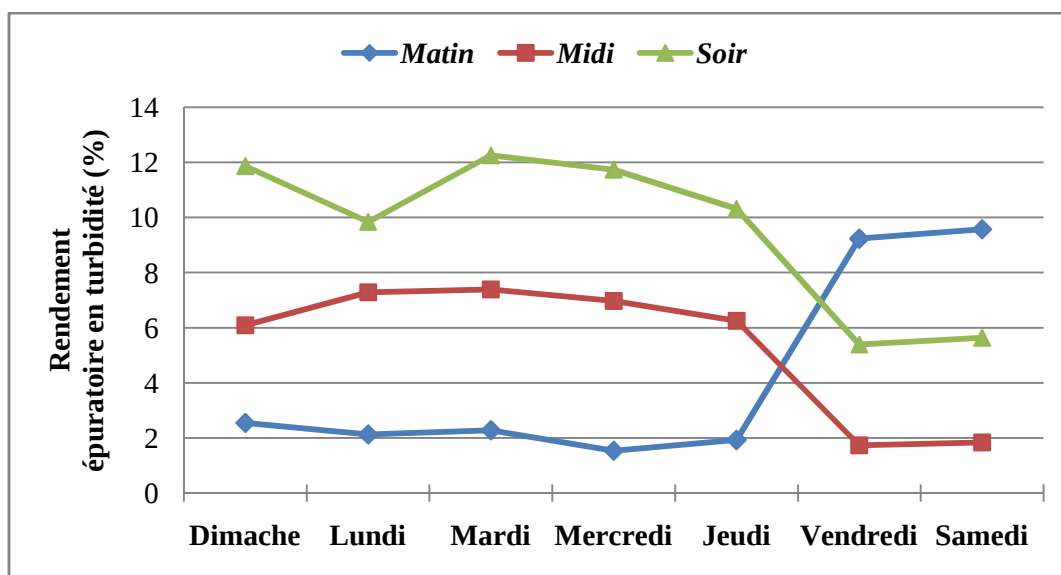


Figure 32 : Variation des rendements épuratoires de la turbidité en fonction des jours de la semaine pour chaque période de prélèvement.

5.3.3. DCO

Les rendements épuratoires pour la DCO enregistrés durant la période de suivi varient entre 1,18 % à 9,74 % le matin, 1,12 % à 16,98 % à midi et 6,03 % à 10,18 % le soir (figure 33). Les meilleurs rendements sont enregistrés à midi et soir car le débit des effluents urbains diminue, le temps de séjour des effluents sur le filtre augmente donc le degré d'oxygénation du massif filtrant est élevée ce qui permet une oxydation des matières organiques.

Pour les jours du week-end, les meilleurs rendements sont enregistrés le matin car le débit matinal des eaux usées urbaines est faible, donc le temps de séjour de ces eaux sur le filtre augmente, permettant ainsi l'augmentation du degré d'oxygénation du massif filtrant et par conséquent une meilleure oxydation des matières organiques.

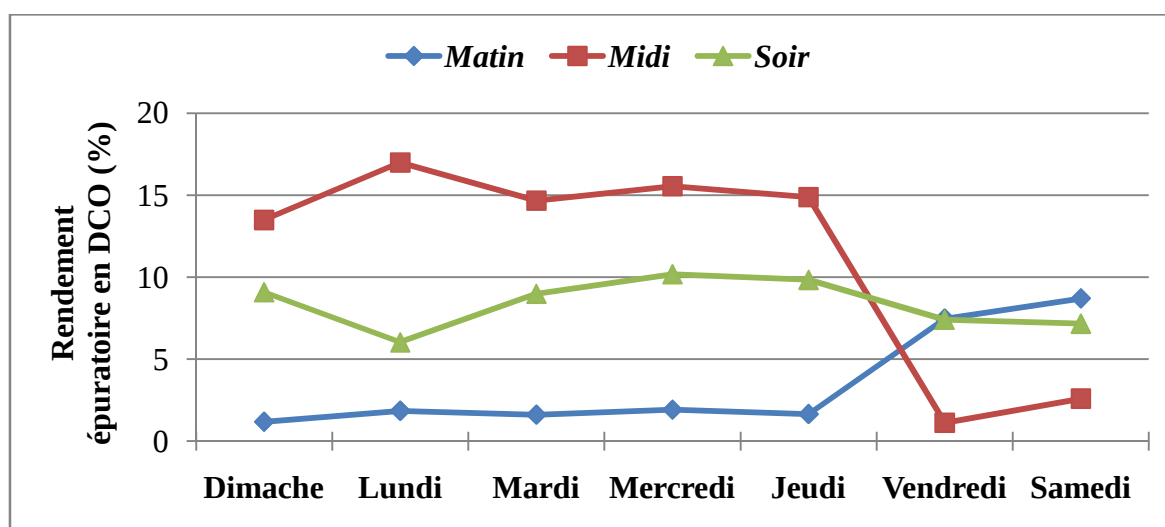


Figure 33 : Variation des rendements épuratoires en DCO en fonction des jours de la semaine pour chaque période de prélèvement.

5.3.4. DBO₅

Concernant la DBO₅, le meilleur rendement épuratoire est obtenu le soir avec une valeur 10.65% cela peut être expliqué par la diminution de la vitesse d'écoulement et avec le réchauffement des eaux. En effet, ces conditions permettent d'intensifier l'activité des micro-organismes qui dégradent la matière organique.

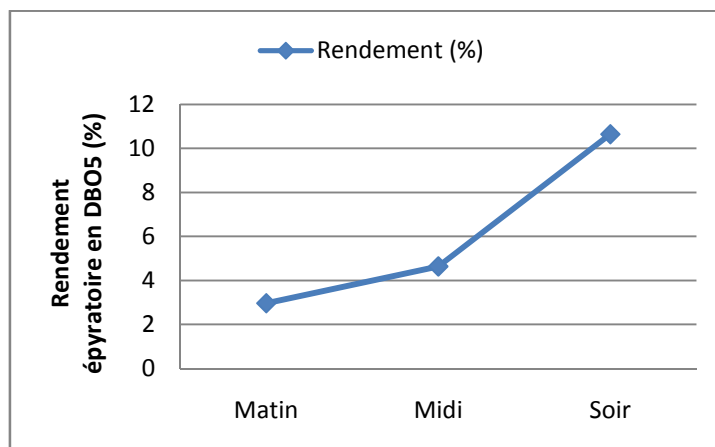


Figure 34 : Variation des rendements épuratoires en DBO₅ au cours de la journée de dimanche en fonction de la période de prélèvement.

Conclusion

Les effluents urbains admis à l'entrée du bassin de filtration présentent des températures et des pH légèrement alcalins favorables à un traitement biologique et ils sont caractérisés par une charge organique élevée (DBO₅, DCO, MES et turbidité). Mais les valeurs obtenues cadrent bien avec le référentiel de la qualité des eaux résiduaires urbaines.

Les valeurs obtenus pour les différents paramètres caractérisant les eaux traitées à la sortie du bassin de filtration, montrent que les normes françaises et européennes de rejet (DCO 125 mg/l, MES 35 mg/l et DBO₅ 25 mg/l) ne sont pas respectées.

Cependant, l'étude des performances épuratoires du bassin de filtration montre de très faibles rendements journaliers qui varient de 1,48 % à 11,05 % pour la MES, de 1,53% à 12,25% pour la turbidité, de 1,12 % à 16,98 % pour la DCO et de 2,97% à 10,64 pour la DBO₅. Ces faibles taux d'élimination des différents paramètres peuvent être liés au manque d'entretien et de surveillance.

Conclusion générale

L'objectif de notre travail est la détermination des caractéristiques des eaux usées à l'entrée et à la sortie du bassin de filtration implanté dans la région de Tala Bounane (commune Beni Aissi, daïra Beni Douala) de la wilaya de Tizi-Ouzou, et l'étude des performances épuratoires de ce dernier qui sont évaluées par rapport aux taux d'élimination de la pollution de l'eau. Pour cela, un suivi journalier en trois périodes de prélèvement a été réalisé et 42 échantillons ont fait l'objet d'analyses physico-chimiques (T°C, pH, MES, turbidité, DCO et DBO₅).

Les différents paramètres mesurés pour les eaux usées à l'entrée du bassin de filtration révèlent que la température, le pH, les teneurs en MES, la turbidité, la DBO₅ et DCO sont dans des fourchettes normales et indiquent une pollution importante. Ces eaux usées présentent une température moyenne et un pH légèrement alcalin favorable à un traitement biologique. Les valeurs trouvées en MES, turbidité, DBO₅ et DCO permettent de supposer que la charge polluante est essentiellement organique.

L'analyse des données a permis d'étudier la variation des différents paramètres de la qualité de l'eau au cours des périodes de prélèvement (matin, midi et soir). Cette analyse a montré de différences significatives d'une période à l'autre pour ce qui concerne la MES, la turbidité, DBO₅ et la DCO. L'évolution de ces concentrations de l'effluent au cours de la journée semble essentiellement dépendre des variations du débit.

Les valeurs des différents paramètres pour les eaux traitées à la sortie du bassin de filtration, sont hors normes françaises et européennes de rejet (DCO 125 mg/l, MES 35 mg/l et DBO₅ 25 mg/l).

L'étude des performances épuratoires du bassin de filtration montre de très faibles rendements moyens journaliers qui varient de 1,48 % à 11,05 % pour la MES, 1,53% à 12,25% pour la turbidité, de 1,12 % à 16,98 % pour la DCO et de 2,97% à 10,64 pour la DBO₅. Ces faibles taux d'élimination des différents paramètres peuvent être liés au manque d'entretien de ce bassin. En effet, les filtres des deux compartiments se colmatent par la formation d'un gâteau de boues qui les recouvre, les rendant presque imperméables contribuant ainsi à la diminution du passage de l'eau à travers ces derniers d'où l'inefficacité du bassin de filtration.

Cette étude donne un petit aperçu de la situation d'un bassin de filtration implanté en Kabylie qui se caractérise globalement par un taux d'élimination de la pollution trop faible, notamment en période du débit de pointe.

Ce résultat implique que l'optimisation des performances épuratoires de cette filière peut se faire par recours à plusieurs solutions entre autre :

- l'implantation d'un bassin de décantation en amont du bassin de filtration. Dans ce cas, la charge sur le bassin de filtration sera abaissée, le temps de séjours sera augmenté et le problème de colmatage des filtres sera réglé ;
- l'entretien des bassins de filtration par des organismes concernés, soit en moyenne une fois tous les deux mois ;
- l'amélioration du système de distribution afin d'assurer une répartition homogène de l'effluent sur l'ensemble de la surface du bassin ;
- l'identification des règles de base nécessaires au bon fonctionnement du procédé.

D'un point de vue prospectif, il est important de réaliser d'autres tests de qualité afin de pouvoir tirer des conclusions nettes tel que l'analyse de l'azote et de phosphore ainsi que la l'analyse microbiologique. Comme il serait intéressant de suivre dans des prochaines études l'évolution des paramètres physico-chimiques des eaux usées au cours de l'année pour mettre en évidence les variations saisonnières.

Références bibliographiques

- Agence de l'Eau Seine Normandie. (2001).** Epuration des eaux usées domestiques par filtration sur sable prescriptions et recommandations pour la conception et la réalisation. Conseil général de l'EURE, conseil général de Seine Normandie.
- BAUMONT S., CAMARD J-P., LEFRANC A. et FRANCONI A. (2004).** Réutilisation des eaux usées épurées : risques sanitaires et faisabilité en Île-de-France. ORS Ile-de-France.
- BERLAND J-M. (1999).** Techniques et gestion de l'assainissement non collectif- Filières de traitement. Techniques de l'ingénieur.
- BOEGLIN J-C. (1997).** Analyse des eaux résiduaires - Mesure de la pollution. Technique de l'ingénieur, p 4200.
- BOTTA A. et BELLON. (2001).** Pollution de l'eau et santé humaine. Laboratoire de biogénotoxicologie et mutagenèse environnementale. Université Euro-Méditerranée TEHYS.
- BREMOND R. et PERRODON C. (1979).** Paramètres de la qualité des eaux. Ministère de l'environnement et cadre de vie. Prévention des pollutions. 2^{ème} éd : 259 p.
- CHACHUAT B. (1998).** Traitement d'effluents concentrés par cultures fixées sur gravier. Rapport de DEA, ENGEES-Cemagref, 118p.
- COGHLAN B. (1995).** Solids transport in combined sewerage systems. Thèse de doctorat, université de Abertay Dundee, Ecosse, 216p.
- DOMMERGUES Y. et MANGENOT F. (1970).** Ecologie microbienne du sol. Edition Masson ad Cie. 796p.
- ELSKENS M. (2010).** Analyse des eaux résiduaires - Mesure de la pollution. Techniques de l'ingénieur.
- GAÏD A. (1993).** Traitement des eaux usées urbaines. Technique de l'ingénieur, (C5 220), 1-28.
- GAÏD A. (2008).** Traitement des eaux résiduaires. Techniques de l'ingénieur, C5220.
- GEIGER W F. (1987).** Flushing effects in combined sewer systems. Proceeding de la 4^{ème} conférence internationale « Urban Storm Drainage », Lausanne, Suisse.
- GILLES P. (1989).** Lutte contre la pollution des eaux Finitions à haute performance, Technique d'ingénieur, G 1 330.
- HAMA MAIGA A., KONATE Y., WETHE J., DENYIGBA K., ZOUNGRANA D. et LASSANA T. (2008).** Revue des sciences de l'eau / Journal of Water Science., 21 (4), 399-411.
- HAMMOUM H. et BOUZELHA K. (2009).** Retour d'expérience sur les bassins de filtration en Kabylie. Colloque international « la santé de la méditerranée ». Marseille, p 9.
- HAZOURLI S., BOUDIBA L. et ZIATI M. (2007).** Caractérisation de la pollution des eaux résiduaires de la zone industrielle d'ELHADJAR, Annaba. Larhyss Journal, ISSN 1112-3680, n° 06, 45-55.
- HOUILIER C. et OUDART B. (1993).** Guide de lecture de l'arrêté ministériel du 1^{er} mars 1993. AIF Services Éditeur, Limoges.
- IDDER T., LAOUALI M-S., IDDER A. et SEIDL M. (2011).** Expérience d'épuration des eaux usées urbaines par lagunage sous climat sahélien (NIAMEY, NIGER) et quelques données récentes sur la mise en place de cette technique de traitement sous climat saharien (cuvette de OUARGLA, SAHARA septentrional Est ALGÉRIEN). Algerian journal of arid environment., 01 (2), 32-39.
- KOLLER E. (2004).** Traitement des eaux industrielles : eau, air, déchets, sols, boues. édition Dunod, Paris.

KONATE Y. (2011). Lagunage anaérobie en climat soudano-sahélien: performances épuratoires, accumulation des boues, devenir des parasites et production de biogaz (Ouagadougou – Burkina Faso). Thèse de doctorat UFR des Sciences Pharmaceutiques et Biologiques, 15 avenue Charles Flahault, Montpellier.

LIÉNARD A., GUELLAF H. et BOUTIN C. (1999). Choix de sable pour les lits d'infiltration percolation. Ingénieries, Assainissement Traitement des eaux.

MECHATI F. (2006). Etude des paramètres physico-chimiques avant et après traitements des rejets liquides de la raffinerie de SKIKA. Mémoire de magister.

METCALF. et EDDY INC. (1991). Wastewater engineering: Treatment, disposal and reuse. 3^{ème} édition, MCGRAW-HILL INTERNATIONAL, N.y., états-Unis.

MIZI A. (2006). Traitement des eaux de rejets d'une raffinerie des corps gras région de BEJAIA et valorisation des déchets oléicoles. Thèse de doctorat, université de Badji-Mokhtar, ANNABA.

MÜNCH C., KUSCHK P. et RÖSKE I. (2004). La stimulation racinaire de l'élimination de l'azote concerne-t-elle des zones limitées ou l'ensemble d'un marais artificiel?, Ingénieries N° spécial, 5-11.

PALIWAL K., KARUNAICHAMY K.S.T.K. et ANANTHAVALLI M. (1998). Effect of swage water irrigation on growth performance, biomass and nutrient accumulation in *Hardwickia binata* under nursery conditions. Bioresource technology., **66**, 105-111.

PERERA P. et BAUDOT B. (2001). Procédés extensifs d'épuration des eaux usées adaptés aux petites et moyennes collectivités. Luxembourg Office DES publications des communautés européennes L .40 pp ISBN 92-894-1690-4.

PETITJEAN A. (2011). Modélisation des transferts réactifs diphasiques dans les filtres verticaux pour le traitement des eaux résiduaires urbaines. Thèse de doctorat de l'université de Strasbourg.

RODIER J. (2009). L'analyse de l'eau : eaux naturelles, eaux résiduaires, eaux de mer. 9^{ème} Edition. Dunod, Paris.

STEYER J.P. (1998). Modélisation, Commande et Diagnostic des Procédés Biologiques de Dépollution. Habilitation à Diriger des Recherches, Laboratoire de Biotechnologie – INRA, Narbonne, France.

VERBANCK M.A. (1995). Capturing and releasing settleable solids – the significance of dense undercurrents in combined sewer flows. Water Science and Technology., **31**(7), 85-93.

