SOMMAIRE

Listes des tables : 5

Listes des figures : 5

Introduction générale.....6

Chapitre 1 : Présentation de l'entreprise.....7

Présentation de la CBGN : 7

1. **Historique de la CBGN.....7**
2. **Identification de la CBGN.....8**
3. **Mission de la CBGN.....9**
4. **Activité de la CBGN 9**
5. **Produits fabriqués.....9**

Chapitre 2 : La station d'épuration de la CBGN.....10

1. **Description de la station.....10**
2. **Source et type de pollution générée par CBGN.....11**
3. **Choix du type des traitement et dimensionnement de la station.....12**
   a. **Choit et type de traitement.....12**
   b. **Dimensionnement de la station** 13
4. **Descriptif du procédé de traitement des eaux résiduaires industrielles de CBGN....13**
   a. **Pré-traitements.....13**
   b. **Traitement primaire.....14**
   c. **Traitement secondaire(biologique).....15**
   d. **Traitement tertiaire.....16**
   e. **Traitement de la boue.....18**
   f. **Station d'ajustement des produits d'addition.....19**

Chapitre 3 : Optimisation du processus de traitement des eaux résiduaires de la CBGN.....22

1. Evaluation du coût de l'ancienne procédure de traitement 22
2. Evaluation du coût de la nouvelle procédure de traitement 23

Chapitre 4 : Etude de l'effet de l'optimisation sur la qualité de l'eau....25

Résultats et discussions.....27

Conclusion.....33

Annexes 34

Bibliographie 37

Liste des abréviations

C.B.G.N : compagnie des boissons gazeuses du nord

MES : matière en suspensions

DCO : demande chimique en oxygène

DBO_5 : demande biologique en oxygène mesurée pendant 5 jours

NTK : l'azote total

$P._{total}$: phosphore total

Step : Station de traitement des eaux polluants

LISTES DES TABLES :

Tableau 1 : Les caractéristiques des effluents bruts prises en compte lors du dimensionnement.
Tableau 2 : Coût de consommation des produits chimiques à la STEP pendant la première tranche
Tableau 3 : Coût de consommation des produits chimiques à la STEP pendant la deuxième tranche
Tableau 4 : Les normes de la CBGN pour les rejets des eaux épurées
Tableau 5 : Analyses du pH, de la MES, de P_T à l'entrée et à la sortie de la STEP avant l'optimisation
Tableau 6 : Analyses du DBO5, de la DCO, de N_T à l'entrée et à la sortie de la STEP avant l'optimisation
Tableau 7 : Analyses du pH, de la MES, de P_T à l'entrée et à la sortie de la STEP après l'optimisation
Tableau 8 : Analyses du DBO5, de la DCO, de N_T à l'entrée et à la sortie de la STEP après l'optimisation

LISTES DES FIGURES :

Figure 1 : schéma général de la station de traitement des eaux usées de la CBGN
Figure 2 : dégrilleur grossier de la STEP de la CBGN
Figure 3 : tamis fin de la STEP de la CBGN
Figure 4 : bassin d'homogénéisation (à gauche) et (à droite) les suppresseurs du bassin d'homogénéisation
Figure 5 : bassin de répartition de la STEP de la CBGN
Figure 6 : réacteur biologique 2 de la STEP de la CBGN
Figure 7 : Bassin de floculation de la STEP de la CBGN
Figure 8 : le flottateur la séparation de l'eau traitée des boues
Figure 10 : bassin de désinfection.
Figure 11 : bassin des boues
Figure 11 : pompes d'extraction des boues
Figure 12 : centrifugeuse des boues
Figure 13 : bac des boues déshydratées
Figure 14 : station d'ajustement des produits d'addition
Figure 15 : Pompes doseuses d'acide sulfurique.
Figure 16 : conteneur d'urée
Figure 17 : conteneur du phosphate d'ammonium
Figure 18 : station de préparation du polymère
Figure 19 -variation du pH a la sortie de la STEP pondant l'ancienne et la nouvelle procédure
Figure 20 -variation de la MES a la sortie de la STEP pondant l'ancienne et la nouvelle procédure
Figure 21 -variation du PT a la sortie de la STEP pondant l'ancienne et la nouvelle procédure
Figure 22 -variation du NTK a la sortie de la STEP pondant l'ancienne et la nouvelle procédure
Figure 23 -variation du Rendement de la DCO a la sortie de la STEP pondant l'ancienne et la nouvelle procédure
Figure 24 -variation de la DBO5 a la sortie de la STEP pondant l'ancienne et la nouvelle procédure

Introduction générale

La dépollution des eaux usées urbaines nécessite une succession d'étapes faisant appel à des traitements physique, physico-chimique et biologique. En dehors des plus gros déchets présents dans les eaux usées, l'épuration doit permettre, au minimum, d'éliminer la majeure partie de la pollution carbonée. Certains procédés permettent même l'élimination de l'azote et du phosphore.

Le processus d'épuration par boues activées est le plus répandu dans le monde. En Maroc, ce procédé est le plus utilisé aujourd'hui dans la plupart des stations d'épuration assurant un traitement secondaire.

Ce stage a eu lieu dans la station de traitement biologique que la Compagnie des Boissons Gazeuses du Nord de Fès (CBGN) a installée afin de traiter ses effluents et répondre aux besoins de l'industrie agro-alimentaire en matière de traitement des eaux usées.

L'industrie a un impact potentiel sur notre environnement aussi bien par les polluants gazeux qui s'échappent des différents réacteurs que des eaux usées rejetées. La plupart des industriels ont conscience de ce problème et essaient, depuis déjà des années, de mettre en œuvre des processus visant à économiser les quantités d'eau consommées et à améliorer les traitements avant le rejet.

Dans ce cadre, mon travail au sein de la station d'épuration des eaux résiduaires de la CBGN a consisté à optimiser la consommation des produits chimiques utilisés dans les différentes étapes de traitement.

Le présent travail est réparti en quatre chapitres :

- ✓ Le premier chapitre présentation de l'entreprise.
- ✓ Le second chapitre est réservé à une présentation de la station d'épuration de la CBGN et à la description de son processus
- ✓ Le troisième chapitre présente les résultats de l'étude de l'optimisation du processus de traitement des eaux résiduaires à la CBGN.
- ✓ L'étude de l'effet de l'optimisation sur la qualité de l'eau sera l'objet du quatrième chapitre.

Chapitre I
Présentation de l'entreprise

Dès 1947, La coca Cola Compagnie a pénétré le marché marocain par l'intermédiaire des soldats américains en poste à Tanger, qui ont importé les premières bouteilles sur le marché. Les premières machines d'embouteillage sont ensuite arrivées sur le sol marocain par le biais des bateaux de la Navigation américaine, présents dans la mer méditerranée. Puis des usines se sont peu à peu établies au Maroc : Tanger, Casablanca, Fès, Oujda, Marrakech, Agadir et Rabat.

Présentation de la CBGN

1-Historique de la CBGN

La Compagnie des Boissons Gazeuses du Nord de Fès a été créée en 1952 à la place de l'actuel hôtel SOFIA. Actuellement elle se trouve au nouveau quartier industriel SIDI BRAHIM de Fès, avec un capital de 2.000.000 DHS.

En 1971, elle fût transférée au niveau du quartier industriel Sidi Brahim.

Durant ces années et jusqu'à 1987, la CBGN ne fabriquait que Colca Cola et Fanta Orange.

En 1991, lancement des bouteilles en plastiques.

En 1997, la société a acquis l'unité SIM dans le but d'augmenter sa part de marché et de générer des profits supplémentaires.

Après deux ans, la compagnie a été achetée par « The Coca-Cola holding »

En 2002, le groupe ECCBC (Equatoriale bottling compagnie) achète la CBGN

Aujourd'hui, la CBGN dispose d'un site de production avec quatre lignes : deux lignes en verre et deux lignes en PET et son territoire comprend des centres de distribution : Fès, Er-rachidiaa, Sidi Slimane, Khenifra et des dépôts stratégiques : Azrou, Timahdet, Midelt, Boumia, Arfoud, Ain aicha.

2-identification de la CBGN

Sigle	CBGN
Raison sociale	La Compagnie des Boissons Gazeuses du N
Forme juridique	Société Anonyme
Siège social	Quartier industriel Sidi Brahim
Téléphone	(05) 35- 96-50-00/ (05)35- 96-50-96
Fax	(05)35- 96-50-25
Boite postale	2284 Fès
N Patente	12345421
N identification fiscale	102054
N C.N.S.S	1349952
N registre de commerce Fès	11286
Capital	3 720 000 DH
Superficie	5000 m^2
Limite territoriale	la région centrale
Moyenne effectif	630

3- Mission de la CBGN :

La CBGN est dotée de 2 usines, une chargée à la fois de la production et l'administration et l'autre de la distribution. Ses missions sont :

La mise en bouteille et la commercialisation de coca-cola sur Fès et ses environs

L'assurance de la disponibilité de Coca-Cola dans les 6 centres de distribution

Le respect des prix au niveau des points de vente

4- activités de la CBGN :

L'achat du concentré de la boisson

La production et la mise en bouteille

La commercialisation et la distribution des produits

L'exécution de commande, le stockage de la marchandise et l'assortiment des points de vente

5- Produits fabriqués :

La CBGN fabrique des boissons gazeuses de différents goûts (Coca-Cola, Fanta, Sprite…) formes (PET, verre) et volumes (35 cl, 20cl, 1L, 1.5L, 2L.)

Rapport-Gratuit.com

Chapitre 2
Station de l'épuration de la CBGN

1-discription de la station

La station est située à côté du site de production CBGN qui se trouve dans la zone industrielle « Quartier Industriel Sidi Brahim ». Elle a coûté presque 3000000 DH et les travaux se sont terminés en décembre 2009.

La STEP est constituée :

- D'une chaîne de traitement composée d'un dégrilleur grossier, d'un tamis fin, d'un bassin d'homogénéisation, d'un bassin de répartition, de deux bioréacteurs, d'un bassin de floculation, d'un flottateur, d'un bassin de désinfection, d'un bassin des boues, d'une boucle de recyclage des boues et d'une centrifugeuse ;
- D'un local technique contenant une armoire électrique permettant d'automatiser les commandes pour contrôler les actionnements électriques de l'installation ;
- D'un laboratoire d'analyse.

La figure ci-dessous représente le schéma de la station de traitement des eaux usées à la CBGN

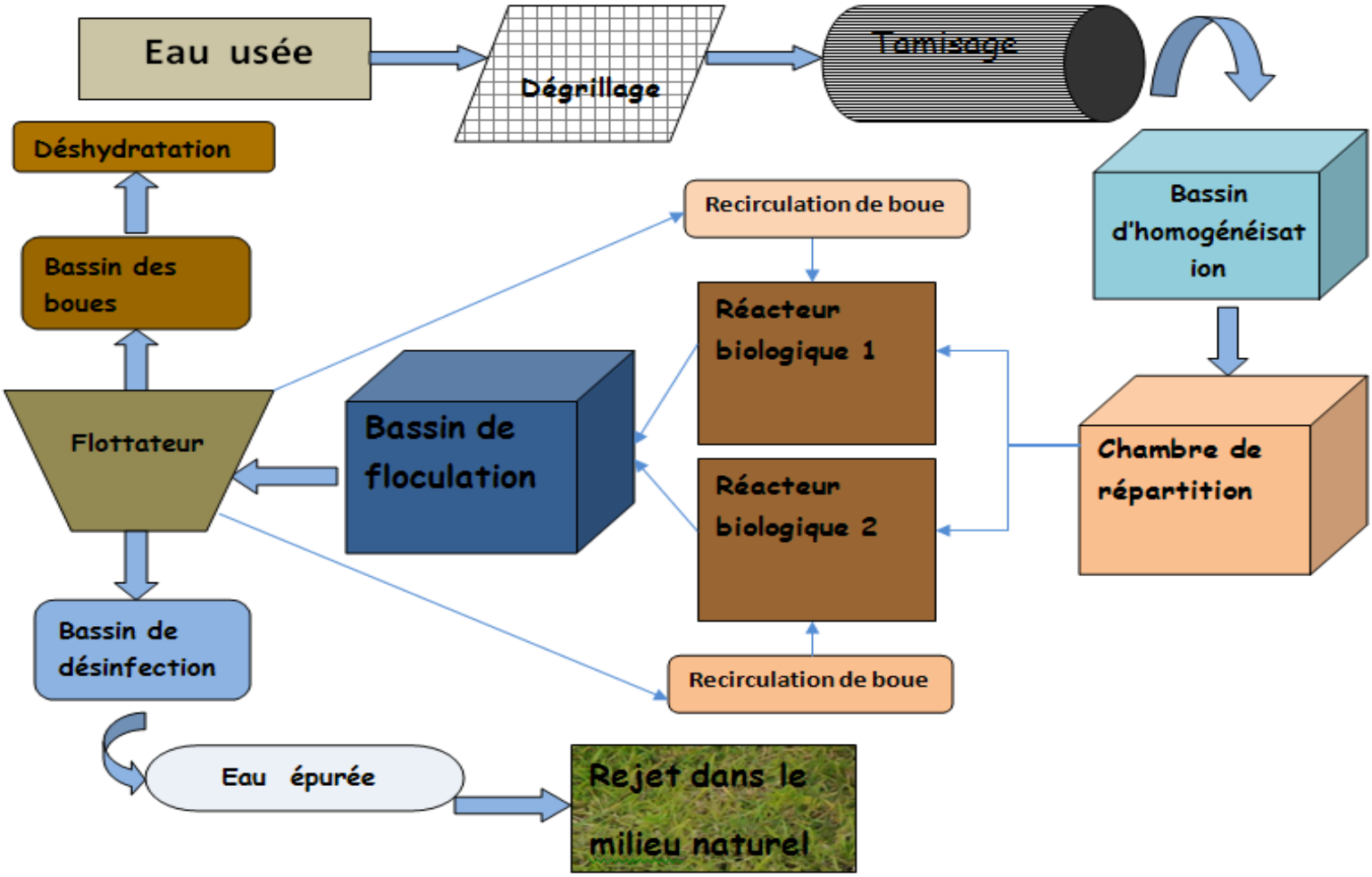


Figure 1 : schéma général de la station de traitement des eaux usées de la CBGN

L'eau provenant de la CBGN passe dans un premier lieu dans un dégrilleur qui retient les déchets volumineux, ensuite vient le rôle du tamis fin qui élimine les particules plus petites. L'eau est dirigée par la suite vers le bassin d'homogénéisation disposé de plusieurs diffuseurs d'airs afin d'éviter une décantation. Puis, l'eau est transférée vers la chambre de répartition où s'effectuent l'ajustement du pH entre 7 et 8 (avec l'acide sulfurique) et l'injection des éléments nutritifs nécessaires pour le développement des bactéries. Celles-ci assurent leur rôle de dégradation de matière polluante dans les réacteurs biologique. L'effluent est ensuite envoyé vers le bassin de floculation où se fait l'injection d'un floculant qui sert à agglomérer les particules en flocs, ce qui facilitera l'opération de la séparation de l'eau épurée qui s'effectue au niveau du flottateur (clarificateur). Finalement, l'eau épurée est dirigée vers le bassin de désinfection pour éliminer les germes pathogènes à l'aide de l'eau de javel, puis rejetée dans le milieu naturel. La boue obtenue est soit stockée dans un bassin à boue pour subir un traitement de déshydratation soit elle est recirculée vers le biréacteur afin de maintenir la biomasse épuratrice.

2-Source et type de pollution générée par CBGN

La compagnie des boissons gazeuses du Nord (CBGN) est une SA, son activité s'inscrit dans le domaine de l'agroalimentaire et plus précisément dans l'embouteillage de boissons.

Elle fabrique des boissons gazeuses de différents goûts (Coca-Cola, Fanta, Hawaï…), formes (PET- verre) et de différents volumes (20, 25, 35, 100, 150 et 200 cl). Son activité est d'autant industrielle que commerciale, elle se charge de la production des boissons gazeuses du nord et de distribution dans son territoire assigné.

Dans le processus de fabrication des boissons gazeuses, l'eau constitue un élément principal dans la chaîne industrielle. En effet, pour préparer 1 litre de boisson on a besoin de 2,5 litres d'eau. Cela implique que 70% d'eau consommée par la production est éliminée sous forme de rejets. Ceux-ci sont stockés dans une fosse avant d'être acheminés dans la fosse de collecte de la station d'épuration.

Les eaux résiduaires à traiter sont constituées par les eaux de :

- Lavage et rinçage des bouteilles en verre.
- Lavage des équipements de préparation et de filtration du sirop simple ;
- Lavage des filtres à sable, des filtres à charbon utilisés dans le traitement des eaux dans l'usine ;
- Régénération des adoucisseurs et du décarbonateur ;
- Lavage des équipements de préparation et de stockage du sirop fini et des équipements servant au remplissage des bouteilles ;
- Lavage du sol ;
- Lavage du laboratoire ainsi que les boissons qui restent dans les bouteilles après les analyses.

Rapport-gratuit.com
LE NUMERO 1 MONDIAL DU MÉMOIRES

Les effluents de pollution rejetés sont variables selon le programme de production : l'opération de lavage des bouteilles en verre et des unités de production après chaque changement de produit constituent les sources les plus importantes des rejets d'eaux.

Les principaux polluants sont le saccharose et la soude : En produisant des rejets riches en saccharose, l'opération de préparation des sirops est l'opération la plus polluante.

Quant à la soude, elle provient des rejets générés par l'injection de cette dernière lors de lavage des bouteilles provoquant ainsi une augmentation du pH ($9 < pH < 12$).

3-Choix du type des traitement et dimensionnement de la station

a. *Choit et type de traitement*

i. ***Bases du choix de traitement biologique a boues activées***

Les traitements des eaux résiduaires dans les STEP (Station d'Epuration) varient en fonction de la nature des eaux usées à traiter et de la sensibilité du milieu récepteur à la pollution.

Le type de traitement pour les eaux résiduaires de la CBGN qui a été choisi et dit « traitement à boues activées » car l'ensemble des conditions favorables à une activité maximale des bactéries est mis en œuvre : un apport en oxygène suffisant, un apport en nutriments, une agitation permanente afin de favoriser le contact entre bactéries et pollution, une concentration élevée en bactérie pour augmenter l'efficacité du traitement.

ii. ***Avantages et inconvénients d'un traitement par boues activées.***

Le procédé de traitement par boues activées présente les avantages suivants :

- Bon rendement d'épuration ;
- Superficie réduite, ce qui favorise l'intégration dans le site de la société ;
- Procédé adapté aux charges organiques importantes.

Toutefois le procédé a aussi des inconvénients :

- Coût énergétique élevé ;
- Nécessité d'une exploitation attentive (extraction régulière des boues, adaptation de l'aération aux besoins, etc.) réalisée par un personnel ayant suivi une formation adéquate.

b. Dimensionnement de la station

La STEP a été dimensionnée pour traiter les eaux résiduaires purement industrielles de la CBGN. Les données sur les débits et les concentrations de l'effluent qui ont servi au dimensionnement sont données dans le tableau ci-dessous :

Tableau 1 : Les caractéristiques des effluents bruts prises en compte lors du dimensionnement.

Caractéristiques de l'effluent		
Paramètres	Valeur	Unité
Débit journalier moyen	750	m^3/h
Débit horaire moyen	31.3	m^3/h
DCO max	2500	m^3/h
DBO_5 max	1200	m^3/h
MES max	600	m^3/h
pH max	12	
Azote total	12	mg/l
Phosphore total	4	mg/l

4-discriptif du procédé de traitement des eaux résiduaires industrielles de CBGN

La dépollution des eaux usées nécessite une succession d'étapes faisant appel à des traitements physiques, physico-chimiques et biologiques.

a-Pré-traitements :

❖ Dégrillage :

Le dégrillage consiste à faire passer les eaux usées à travers une grille dont les barreaux, plus ou moins espacés, retiennent les éléments les plus gros.

Les eaux sont ensuite relevées jusqu'au niveau du tamis fin à l'aide de deux pompes immergées.

Figure 2 : dégrilleur grossier de la STEP de la CBGN

❖ Tamisage :

Le tamisage consiste à retenir mécaniquement tous les petits corps étrangers de dimension > 1 mm, pouvant perturber le fonctionnement des installations.

Figure 3: tamis fin de la STEP de la CBGN

b-Traitement primaire :

❖ Homogénéisation :

Après avoir traversé le tamis fin, l'eau est dirigée vers le bassin d'homogénéisation (ayant une capacité de 800 m^3) où il y a plusieurs diffuseurs d'air (157) servant à aérer l'effluent et éviter la stagnation de l'eau ainsi que l'apparition de nuisances olfactives.

Cette aération est assurée par un des deux suppresseurs d'homogénéisation (un en marche et l'autre en secours).

Ensuite, les effluents du bassin d'homogénéisation sont transférés grâce à des pompes immergées dans le bassin vers la chambre de répartition où s'effectuent l'injection des nutriments et l'ajustement du pH.

Figure 4 : bassin d'homogénéisation (à gauche) et (à droite) les suppresseurs du bassin d'homogénéisation

La régulation du débit, la neutralisation ainsi que l'ajout des nutriments sont réalisées dans un même bassin appelé bassin de répartition

Figure 5 : bassin de répartition de la STEP de la CBGN

-Régulation du débit :

Les effluents sont repris depuis le bassin d'homogénéisation par un ensemble de trois pompes centrifuges de débit ($16m^3/h$) immergées dans le bassin et assurant le transfert de l'effluent à traiter à débit constant

- Ajustement du pH :

L'eau brute provenant de la société est caractérisée par un pH basique entre 9 et 12. Ce pH est défavorable pour le développement des micro-organismes, il est donc ajusté entre 7 et 8 par l'ajout de l'acide sulfurique afin d'optimiser le développement des micro-organismes favorables à la dégradation des effluents et favoriser le métabolisme des bactéries.

- Injection des nutriments :

L'apport en azote est assuré par l'ajout d'urée, celui en phosphore est assuré par l'ajout de phosphate d'ammonium. Les principaux éléments nutritifs nécessaires au développement bactérien sont : le carbone C, l'azote N et le phosphore P. Ces éléments existent naturellement dans les eaux à traiter mais le phosphore et l'azote existent avec des quantités insuffisantes. Ces deux produits sont stockés dans deux bacs de préparation agités de 500 litres chacun. L'injection est assurée à l'aide de deux pompes doseuses.

Le bassin de répartition est muni d'un agitateur qui a le rôle d'homogénéiser le mélange : eau homogénéisée-acide sulfurique-urée-phosphate d'ammonium.

c-Traitement secondaire(biologique) :

L'épuration par boues activées consiste à mettre en contact les eaux usées avec une biomasse épuratrice (mélange riche en bactéries) par brassage pour dégrader la matière organique en suspension ou dissoute et transformer par la suite la pollution en gaz et tissus cellulaires plus denses que l'eau qu'on peut séparer ensuite par floculation-flottation. Ces bactéries permettent l'élimination des pollutions carbonées (matières organiques), azotées et phosphorées, nocives pour l'environnement.

Pour accélérer la dégradation des composés organiques, il faut apporter artificiellement de l'oxygène dans les eaux usées.

Figure 6: réacteur biologique de la STEP de la CBGN

En simplifiant, on peut décrire ce processus par l'équation :

Eau résiduaire + biomasse épuratrice + O_2 → eau purifiée + accroissement de biomasse + gaz résiduaires (CO_2...).

Ce procédé devient inefficace dans le cas où on a un manque d'aération ou en présence de produits toxiques.

d-Traitement tertiaire

- Floculation :

L'effluent sortant des réacteurs biologiques est envoyé, à l'aide d'une conduite inoxydable, vers un bassin de floculation muni d'un agitateur. Ce dernier assure le mélange de l'effluant avec le floculant (polymère dilué dans l'eau) injecté par une pompe doseuse de débit maximal de 16,6 l /j. Les boues sont alors agglomérées sous forme de flocs, la séparation eau épurée-boues s'effectue ainsi de manière plus aisée.

Le polymère utilisé pour la floculation des boues activées est le DKFLOC K-436 conçu tout spécialement pour répondre aux plus grandes exigences dans le domaine de traitement des eaux résiduaires industrielles. Il est caractérisé par un ensemble d'avantages dont on peut citer :

- Production des flocs qui sédimentent facilement ;
- Efficacité dans un vaste éventail de pH ;
- Très peu d'influence sur le pH final du traitement ;
- Grande efficacité à basse température.

Figure 7 : Bassin de floculation de la STEP de la CBGN

Flottation (clarification) :

En sortie de réacteur, on obtient une liqueur mixte composée de boues floculées et d'eau épurée. Celles-ci sont séparées au sein du clarificateur qui a une fonction de séparation de phase et une fonction d'épaississement afin de ramener la boue la plus concentrée possible dans le réacteur biologique.

Figure 8 : le flottateur la séparation de l'eau traitée des boues

La séparation liquide-solide, qui est la base du procédé de traitement des eaux usées, produit une eau épurée, rejetée dans le milieu naturel, et un concentrât désigner sous le terme de "boues résiduaires". L'eau clarifiée est entraînée vers une trémie de collecte puis renvoyée vers le bassin de désinfection.

Les flocs qui se déposent dans le fond du flottateur sont raclées à l'aide du racleur de fond. Ces boues décantées sont extraites puis envoyées vers le bassin des boues.

Désinfection et ajustement du pH:

La désinfection et la neutralisation finale de l'eau épurée sont réalisées dans le bassin de désinfection.

La désinfection des eaux épurées est réalisée par une chloration par l'hypochlorite de sodium (eau de javel) dans le but d'éliminer les germes pathogènes. Alors que l'ajustement du pH est assuré par l'acide sulfurique afin de respecter les normes exigées par la CBGN (6,5 < pH < 8).

Enfin, les rejets de la station d'épuration, sortant du bassin de désinfection, sont envoyés vers le réseau d'assainissement de la ville de Fès.

Figure 9: bassin de désinfection

e-Traitement des boues

En volume comme en nuisance, les boues constituent les principaux déchets à traiter à la station d'épuration.

Selon le paramètre de la MES, les boues activées subissent un recyclage vers le bioréacteur pour être réutilisés, soit elles subissent un traitement de déshydratation avant d'être rejetées.

En parallèle du circuit de traitement de l'eau, la STEP comporte également une chaîne de traitement des boues :

- Recyclage des boues :

Le but du recyclage des boues est de faire des économies tout en ayant une bonne efficacité de la biomasse épuratrice.

Les boues flottées, collectées en surface du flottateur, sont transférées vers un bassin de stockage, et homogénéisées par un agitateur immergé : c'est le bassin des boues.

Lorsque le niveau du bassin des boues arrive à 45%, l'opération de recirculation des boues se déclenche automatiquement et elle s'arrête lorsque le niveau atteint 32%.

Figure 10: bassin des boues

- Extraction et déshydratation :

L'opération de déshydratation est lancée lorsque les MES dans les réacteurs dépasse 3.5 g/l. Les boues en excès sont reprises par une pompe pour être acheminées vers la centrifugeuse avec un débit de 3 m^3/h.

Le surplus des boues est dirigé vers une centrifugeuse, où il sera déshydraté, ce qui permet d'augmenter la siccité (teneur en matière sèche) des boues en vue de faciliter leur manutention ultérieure et leur transport.

Les boues déshydratées sont récupérées dans une benne et mises en décharge. L'eau sortant de la centrifugeuse est envoyée vers la fosse de relevage pour être retraité. Le processus de déshydratation s'arrête lorsque le niveau dans le bassin des boues atteint 28%.

Le maintien de l'équilibre entre la pollution à traiter et la quantité de biomasse nécessite l'extraction et la déshydratation des boues en excès stockées dans le bassin des boues. Une insuffisance de déshydratation va favoriser une surcharge en boues dans les réacteurs biologiques et favoriser un défaut d'aération, ce qui va nécessiter une augmentation du fonctionnement des aérateurs, d'où une surconsommation d'énergie électrique.

Figure 11: pompes d'extraction des boues

Rapport-Gratuit.com

Figure 12: centrifugeuse des boues

Figure 13 : bac des boues déshydratées

f-Station d'ajustement des produits d'addition

Cette station regroupe les équipements d'ajustement des différents produits ajoutés lors du processus d'épuration. L'injection des réactifs se fait de manière automatique grâce à des pompes doseuses qui assurent le maintien des concentrations des produits constantes et conditionnent l'ajout en fonction des besoins.

Figure 14: station d'ajustement des produits d'addition

On y trouve :

Pompes doseuses d'acide sulfurique qui permet de neutraliser le pH dans le bassin de répartition et de désinfection

Figure 15 : Pompes doseuses d'acide sulfurique

Conteneur d'urée pour l'ajustement de la concentration d'azote dans le bassin de répartition

Figure 16 : conteneur d'urée

Conteneur de phosphate d'ammonium pour ajuster la concentration du phosphore dans le bassin de répartition

Figure 17 : conteneur du phosphate d'ammonium

Station de préparation du polymère (POLYPACK APS-MAX-400) : Assure la dilution du polymère (DKFLOC K-436) en poudre utilisé pour la floculation des boues activées.

Rapport-gratuit.com
LE NUMERO 1 MONDIAL DU MÉMOIRES

Figure 18 : station de préparation du polymère

Chapitre 3
Optimisation du processus de traitement des eaux résiduaires de la CBGN

Mon travail au sein de la station d'épuration des eaux résiduaires de la CBGN a consisté à optimiser la consommation des produits chimiques (l'urée, le Phosphate d'ammonium et le floculant DKFLOC) utilisés dans les différentes étapes de traitement

Les deux solutions de l'urée et du phosphate d'ammonium sont préparées et stockées dans deux bacs agités puis injectées à l'aide des pompes doseuses dans le bassin de répartition assurant ainsi l'apport en azote et en phosphore utilisés comme nutriments pour les micro-organismes présents dans les réacteurs biologiques

En plus de ces deux solutions, le DKFLOC contribue lui aussi dans l'élévation du coût de traitement. C'est un produit chimique utilisé pour réaliser la floculation. Il est injecté à l'aide d'une pompe doseuse dans le bassin de floculation dans le but de rassembler les flocs en macro-flocs et par la suite faciliter l'opération de clarification.

Une étude comparative a été réalisée dans le but d'évaluer la différence des prix entre l'ancienne et la nouvelle procédure de traitement.

Le travail a été partagé en deux tranches : La première (Du 16/04/2018 au 27/04/2018) et la seconde (Du 30/04/2018 au 11/05/2018). Ces deux tranches nous ont permis d'estimer respectivement le coût de l'ancienne et de la nouvelle procédure.

Les 10 premiers jours on injecte une solution de concentration 50kg/500L de phosphate d'ammonium et une solution de concentration 50kg/ 500L de l'urée avec un débit de 16.6L/J. En plus d'une solution du floculant de concentration 25kg par 10 jours

Les 10 derniers jours on injecte une solution de concentration 25kg par 500L de phosphate d'ammonium et une solution de concentration 25kg par 500L de l'urée avec un débit de 16.6L/J. En plus d'une solution du floculant de concentration 12.5kg par 10 jours

1-Evaluation du coût de l'ancienne procédure de traitement :

Le tableau ci-dessous présente la consommation en produits chimiques pendant la première tranche ainsi que le coût global du traitement par l'ancienne procédure.

Tableau 2 : Coût de consommation des produits chimiques à la STEP pendant la première tranche

Désignation	Prix unitaire	Quantité	Coût
	DH/Kg	Kg/J	DH
Phosphate d'ammonium	17,6	16	281,6
Urée	5,5	16	88
Floculant DKFLOC	49,5	25	1237,5

A partir de ce tableau, on peut tirer les informations suivantes :

- ✓ Le coût global dépensé est de **160,71 DH/j**.

Il est important de noter que le prix global calculé ne fait pas inclure le salaire des techniciens et le coût des pièces de rechange.

2-Evaluation du coût de la nouvelle procédure de traitement :

Le tableau ci-dessous présente la consommation en produits chimiques pendant la deuxième tranche ainsi que le coût global du traitement par la nouvelle procédure.

Tableau 3 : Coût de consommation des produits chimiques à la STEP pendant la deuxième tranche

Désignation	Prix unitaire	Quantité	Coût
	DH/Kg	Kg	DH
Phosphate d'ammonium	17,6	8	140,8
Urée	5,5	8	44
Floculant DKFLOC	49,5	12,5	618,75

Rapport-gratuit.com
LE NUMERO 1 MONDIAL DU MÉMOIRES

A partir de ce tableau, on peut constater que :

- ✓ Le nouveau coût dépensé est de **80, 355 DH/j.**

Chapitre 4
Etude de l'effet de l'optimisation sur la qualité de l'eau

L'efficacité de la procédure de traitement optimisée a été suivie via les valeurs de pH, de la DBO, la DCO, de la MES, ainsi que les résultats du P_T et N_T. Ces paramètres doivent répondre aux normes de la CBGN représentées dans le tableau suivant :

Tableau 4 : Les normes de la CBGN pour les rejets des eaux épurées

Paramètres	Normes	Unité
DCO	Rendement ≥ 90 %	mg/l
DBO_5	≤ 50	mg/l
MES	≤ 25	mg/l
N_T	≤ 5	mg/l
P_T	≤ 2	mg/l
pH	Entre 7 et 8	

Les points d'échantillonnage ont été choisis à l'entrée de la station, au réacteur biologique et à la sortie après les différentes étapes de traitements biologique.

La mesure de pH a été effectuée quotidiennement. Elle représente le degré d'acidité ou d'alcalinité du milieu aquatique. Elle dépend surtout de l'origine des eaux, de la nature pétrographique des terrains traversés et de la qualité et la quantité des rejets des eaux usées.

La demande biologique en oxygène (DBO_5) : Est la quantité d'oxygène consommée dans des conditions d'essai spécifiques (incubation pendant 5 jours, à 20° dans l'obscurité) par les micro-organismes présents dans l'eau, pour assurer la dégradation de la matière organique par voie biologique. La DBO5 représente plus particulièrement une mesure de la charge polluante d'origine carbonée (pollution organique biodégradable en fait). Elle

fournit donc une des indications importantes permettant de juger de la qualité d'une eau et de son degré de pollution. (Voir mode opératoire annexe 1).

La demande chimique en oxygène (DCO) : La demande chimique en oxygène est la quantité d'oxygène consommée par les matières existant dans l'eau. Il s'agit d'un des paramètres spécifiques que l'on utilise pour déterminer la concentration des polluants principaux. C'est une mesure globale des matières organiques et de certains sels minéraux oxydables (pollution organique totale), à la différence de la DBO5, qui ne prend en compte que les matières organiques biodégradables. La DCO constitue donc un paramètre important. Cette analyse rapide sert essentiellement à la surveillance des eaux usées et des rejets industriels. On vise avoir au moins un rendement de 90%. Elle est mesurée à l'aide d'un thermostat et d'un Spectrophotomètre. (Voir mode opératoire Annexe 2).

Les matières en suspension (MES) : Il s'agit de la quantité de matière, organiques ou minérales, en suspension dans l'eau. L'objectif est d'obtenir à la sortie une quantité inférieure à 25 mg/l. (voir mode opératoire annexe 3).

L'analyse de l'azote total (NTK) : C'est la somme de l'azote organique et de l'azote ammoniacal. Une analyse permet de les mesurer simultanément. On obtient alors l'azote KJELDAHL, noté NTK. Ce paramètre est utilisé par la réglementation pour fixer les limites de rejet de l'azote dans le milieu naturel. Sa quantité doit être ≤ 5mg/l. (Voir annexe 4).

Le phosphore total (P_T). L'analyse de ce paramètre permet de fixer les limites de rejet du phosphore dans le milieu récepteur. Sa quantité doit être ≤ 2mg/l. (Voir mode opératoire annexe 5).

Résultats et discussion

Les tableaux suivants présentent les résultats des analyses du pH et des paramètres de pollution à l'entrée et à la sortie de la station afin de s'assurer de la qualité de l'eau et de comparer l'efficacité entre les deux procédures

Tableau 5 : Analyses du pH, de la MES, de PT à l'entrée et à la sortie de la STEP avant l'optimisation

Jours	pH		MES(mg /l)		P_T(mg/l)	
	Entré	Sortie	Entré	Sortie	Entré	Sortie
1	7,82	7,18	460	65	4,75	1,85
2	8,22	7,36	318	18	3,87	1,62
3	9,45	7,86	480	46	4,23	1,92
4	8,72	7,18	215	92	3,54	1,56
5	9 ,45	7,86	480	46	3,23	1,23
6	7,96	7,44	564	96	4,62	2,01
7	8,63	7,88	333	43	3,42	1,84
8	8 ,16	7,37	435	86	3,87	1,09
9	8,40	7,56	568	19	3,91	2
10	8,53	7,52	428	56	4,79	1,75

Tableau 6 : Analyses du DBO5, de la DCO, de NT à l'entrée et à la sortie de la STEP avant l'optimisation

Jours	NTK(mg/l)		DBO5(mg /l)		DCO(mg/l)		Rendement (100%) $R = \frac{DCO(E) - DCO(S)}{DCO(E)}$
	Entré	Sortie	Entré	Sortie	Entré	Sortie	%
1	9,74	4,35	590	48	1002	92,5	91
2	10,86	4,76			954	103	89
3	10,47	3,98			1120	88	92
4	10,25	3,56			1716	180	90
5	10,9	2,75	510	50	1120	88	92
6	9,75	4,19			846	92,1	89
7	10,76	3,8			1200	111	91
8	10,86	3,42			1156	102	91
9	11,6	4,24			908	90,2	90
10	11,52	3,73	550	49	1114	105,2	91

Tableau 7 : Analyses du pH, de la MES, de PT à l'entrée et à la sortie de la STEP après l'optimisation

Jours	pH		MES(mg /l)		P_T(mg/l)	
	Entré	Sortie	Entré	Sortie	Entré	Sortie
1	7,98	7,43	524	104	3,54	2,05
2	7,96	7,26	620	76	3,23	2
3	7,83	7,64	295	45	4,62	1,97
4	7,45	7,52	960	78	3,42	1,87
5	7,91	7,44	861	69	3,87	2,04
6	8,00	7,14	345	78	3,91	1,65
7	7,98	7,36	415	54	4,79	1,97
8	8,42	7,85	356	12	4,82	1,63
9	8,31	7,81	224	78	3,86	1,45
10	8,12	7,65	480	12	3,42	2,05

Rapport-Gratuit.com

Tableau 8 : Analyses du DBO5, de la DCO, de NT à l'entrée et à la sortie de la STEP après l'optimisation

Jours	NTK(mg/l)		DBO5(mg /l)		DCO(mg/l)		Rendement (100%) $R = \frac{DCO(E) - DCO(S)}{DCO(E)}$
	Entré	Sortie	Entré	Sortie	Entré	Sortie	%
1	9,86	4,11	502	49	1262	116	91
2	9,75	3,72			1316	129	90
3	10,76	4,51			2774	350	87
4	10,86	3,87			2256	198	91
5	11,6	4,96		49	2312	189	92
6	11,52	4,78			714	100	86
7	11,68	4,86			1166	106	91
8	10,43	4,56	578		1616	144	91
9	10,23	3,67			1332	126	91
10	9,88	3,15		47	1294	179	86

De ces tableaux, on peut remarquer que l'eau sort purifiée ce qui montre que le traitement est efficace aussi

Pour voir les choses plus clairement, j'ai tracé les courbes suivantes qui permettent de faire la comparaison pour chaque paramètre entre l'ancienne et la nouvelle procédure.

Les figures ci-dessous représentent respectivement la variation du pH, de la MES, du P_T, de N_T, de la DBO_5 et du rendement de la DCO à la sortie de la station.

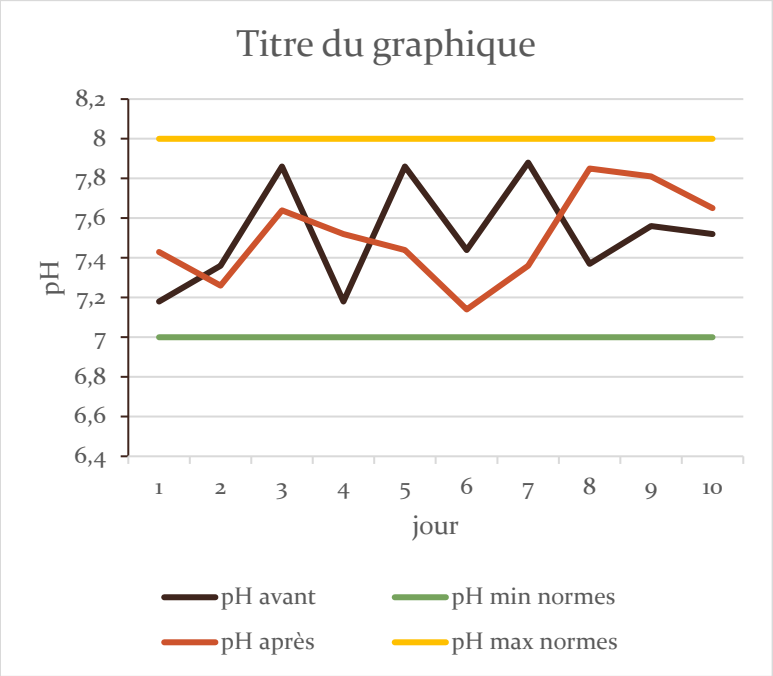


Figure 19 -variation du pH à la sortie de la STEP pondant l'ancienne et la nouvelle procédure

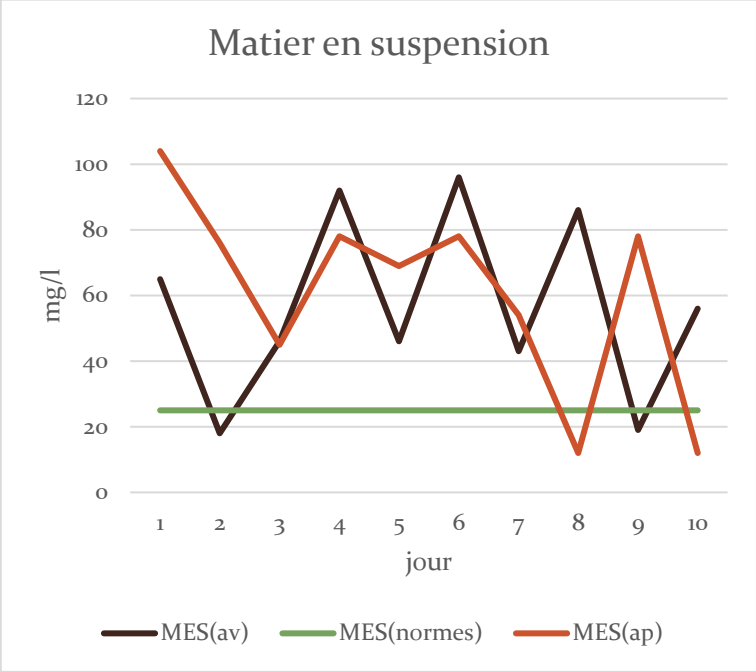


Figure 20 -variation de la MES a la sortie de la STEP pondant l'ancienne et la nouvelle procédure

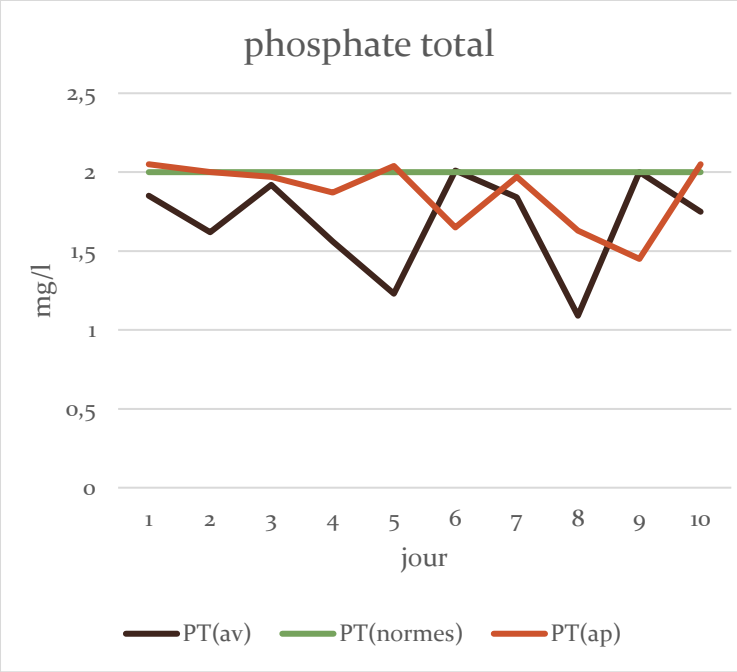


Figure 21-variation du PT à la sortie de la STEP pondant l'ancienne et la nouvelle procédure

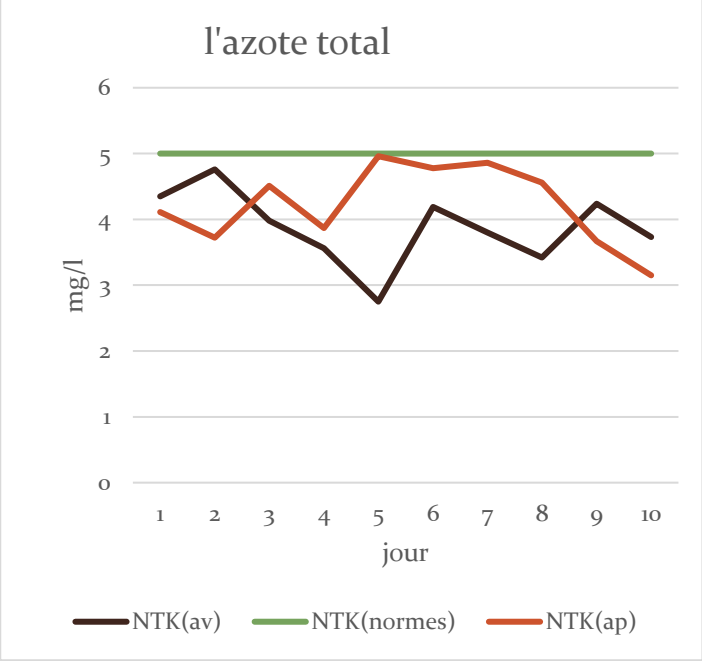


Figure 22-variation du NTK a la sortie de la STEP pondant l'ancienne et la nouvelle procédure

Rapport-gratuit.com
LE NUMERO 1 MONDIAL DU MÉMOIRES

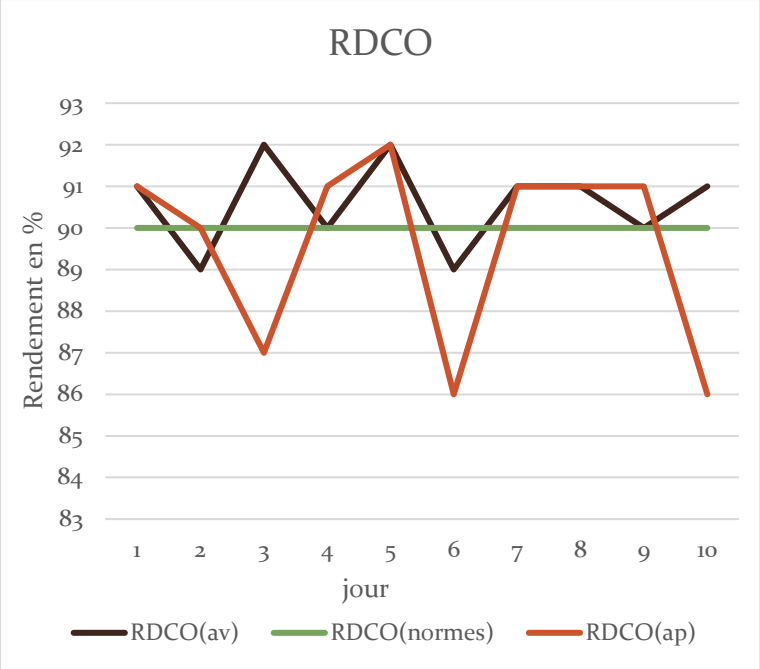


Figure 23 -variation du Rendement de la DCO a la sortie de la STEP pondant l'ancienne et la nouvelle procédure

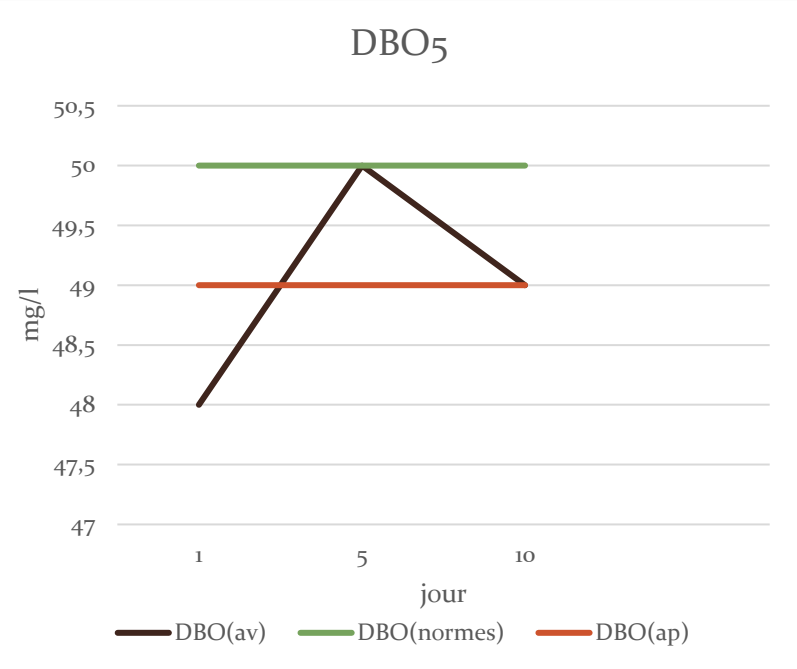


Figure 24-variation de la DBO5 a la sortie de la STEP pondant l'ancienne et la nouvelle procédure

D'après ces courbes on peut remarquer que :

- Pour le pH de nouvelle procédure ne dépasse pas les normes.
- Les MES dépassent 25 mg/l aussi bien pour la nouvelle procédure que pour l'ancienne, ce qui montre que la qualité de l'eau n'a pas diminué.
- Pour ce qui concerne l'azote $_T$ et le phosphore $_T$, On a sorti avec une même quantité au cours de la nouvelle procédure.
- Les valeurs de la DBO_5 répondent toujours aux normes, on a sorti avec une charge polluante inférieure au cours des deux procédures, ce qui prouve que l'eau a conservé sa bonne qualité.
- Concernant le rendement de la DCO, on remarque une baisse de 90,6 % à 89.6 % mais cela ne dépasse pas les normes.

Rapport-gratuit.com
LE NUMERO 1 MONDIAL DU MÉMOIRES

CONCLUSION GÉNÉRALE

Les stations d'épuration connaissent souvent des problèmes de dysfonctionnements et des difficultés de traitement par la biomasse au niveau du bassin d'aération. En effet, la pollution domestique rend plus délicat le fonctionnement du processus d'épuration biologique, tant pour l'élimination de la pollution carbonée que pour celle de la pollution azotée.

Le principe de l'optimisation suggéré par les responsables était de diminuer la quantité des produits chimiques. Ce qui a permis de baisser le coût, L'efficacité de deux procédures a été vérifiée via les différentes analyses des paramètres de pollution dans le laboratoire.

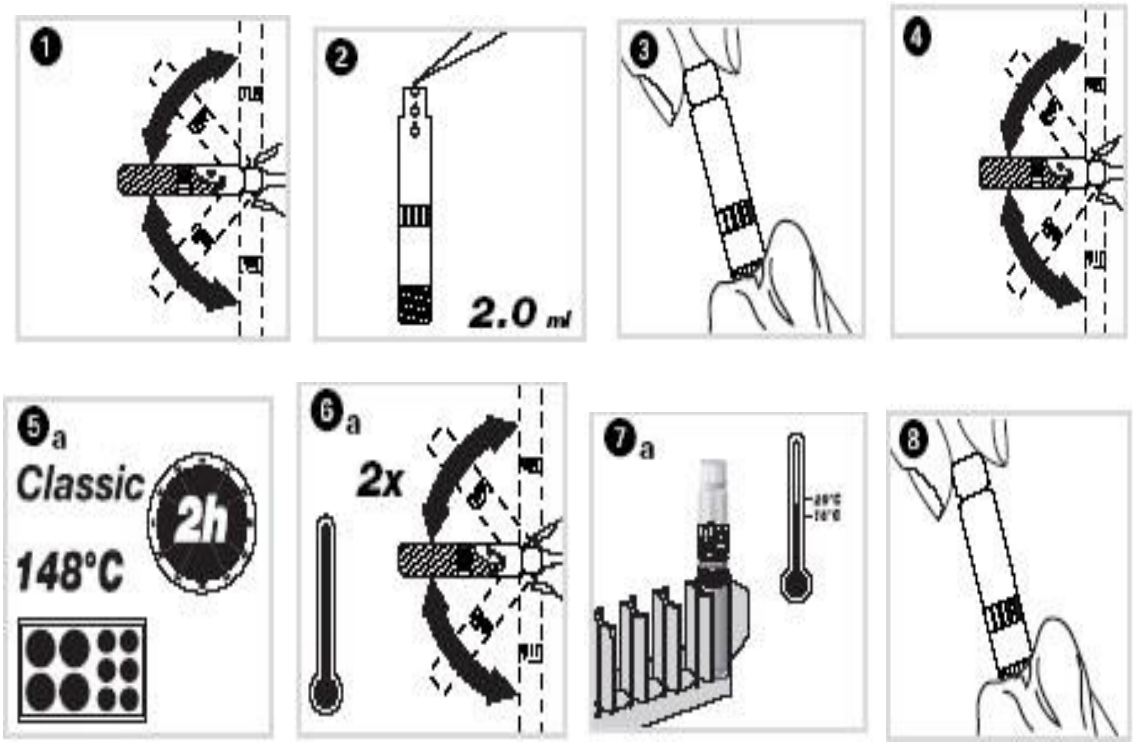
Pour la plupart des échantillons analysés, les concentrations des principaux paramètres de pollution dans l'eau épurée sont faibles et au-dessous des normes marocaines applicables en matière de rejet des effluents.

ANNEXES

Modes opératoires

A- Mode opératoire de la DCO :

1. Mélanger le contenu de la cuve (tube contenant les réactifs de la DCO prêt à utiliser) pour avoir une solution homogène.
2. Pipeter 2.0 ml d'échantillon d'eau usée avec précaution
3. Fermer la cuve et nettoyer l'extérieure de celle-ci
4. Bien mélanger le tube
5. Chauffer dans le thermostat : 2h à 148°C
6. Sortir la cuve chaude : Retourner 2 fois avec précaution
7. Laisser refroidir à température ambiante dans le support de cuve
8. Bien nettoyer l'extérieur de la cuve et mesurer : les résidus doivent être complètement éliminés avant l'évaluation. Bien nettoyer l'extérieur de la cuve et mesurer dans le spectrophotomètre



B- Mode opératoire de la DBO :

1. Mettre 157 ml dans le flacon de DBO bien rincé après homogénéisation de l'échantillon.
2. Ajout du barreau magnétique dans le flacon pour l'agitation douce pendant l'incubation.
3. Mise en place des capsules avec 3 à 4grains dedans de KOH) à l'entrée du flacon.
4. Ajout d'inhibiteur de nitrification.
5. Après stabilisation à 20°C pendant 15 à 30 min dans l'incubateur (20°C), appliquez les sondes enregistreuses de DBO sur les flacons, placer les sur le support à flacon et lancer l'enregistrement
6. Laissez incuber dans l'obscurité pendant 5 jours
7. La lecture

DBO mètre

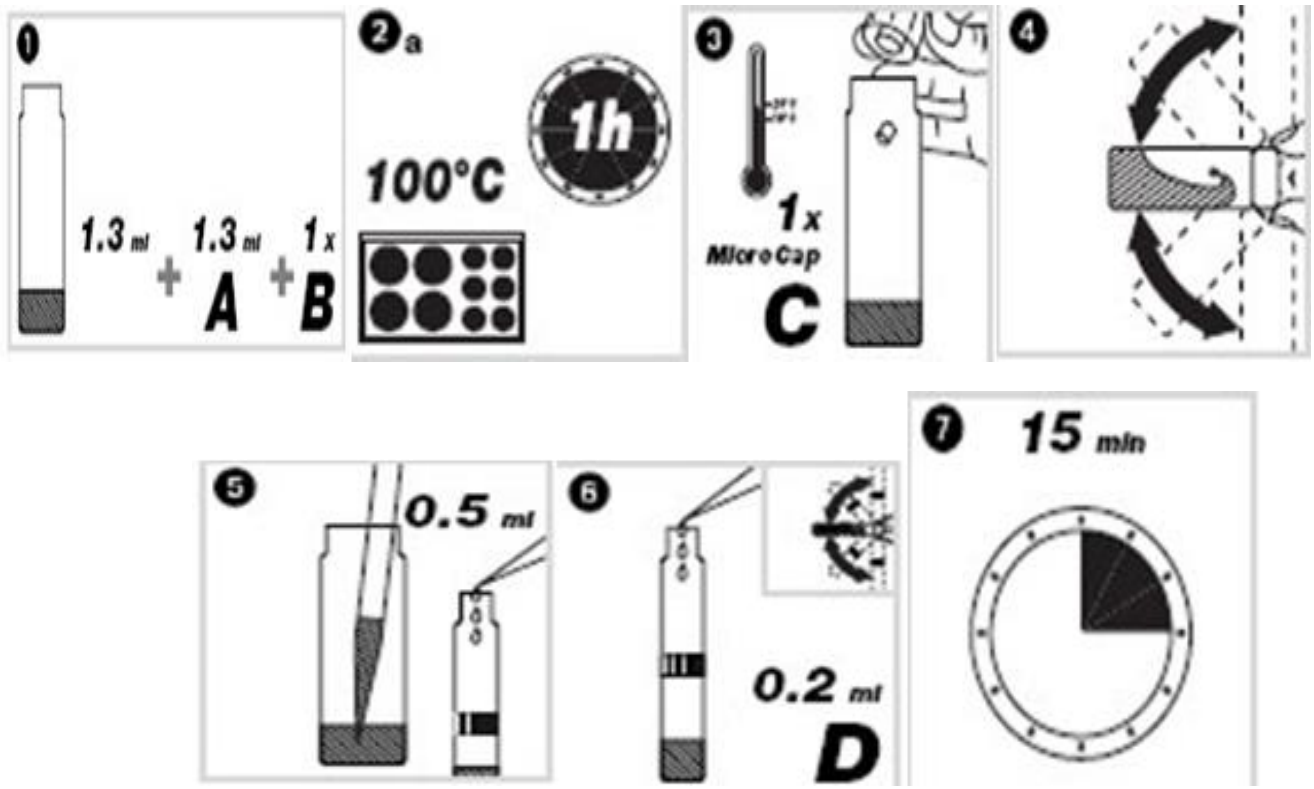
C- Mode opératoire de MES :

1. Sécher le filtre pendant quelques minutes dans l'étuve
2. Laisser refroidir le filtre pendant quelques minutes (pour ne pas absorber l'humidité)
3. Peser le filtre : Soit M1
4. Placer le filtre dans le dispositif de filtration (Aspiration sous vide)
5. Prélever 100ml de l'échantillon à analyser
6. Filtrer l'échantillon en mettant en service la pompe sous vide
7. Rincer les parois internes par l'eau distillée
8. Libérer le dispositif pour retirer avec précaution le filtre
9. Sécher le filtre dans l'étuve à 105±2°C pendant 1heure

   Peser le filtre comme précédemment : Soit M2

D- Mode opératoire des NTK :

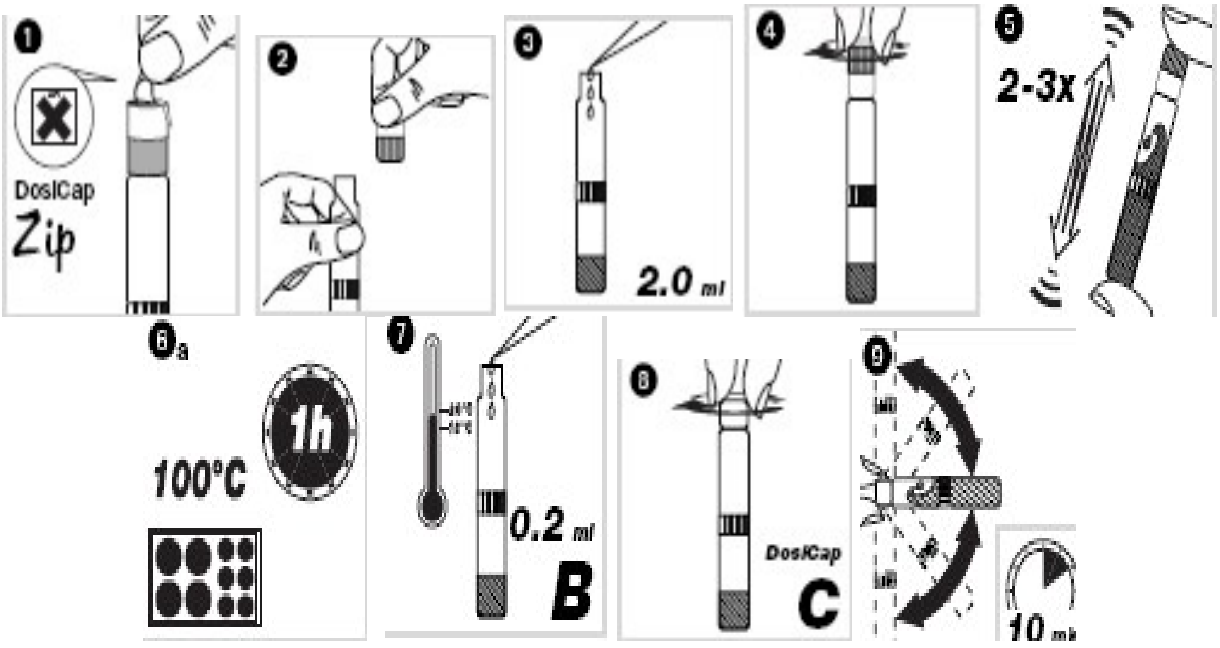
1. Doser à la suite, consécutivement dans une éprouvette de réaction sèche : 1.3 ml d'échantillon, 1.3 ml de solution A (LCK 138 a), une tablette B (LCK 138/238/338B) fermer immédiatement ne pas mélanger
2. Chauffer directement dans le Thermostat pendant 60 min à 100 °C
3. Refroidir et ajouter 1 Micro Cap C (LCK 138/238/338 C)
4. Fermer l'éprouvette de la réaction et mélanger jusqu'à ce que le lyophilisat soit complètement dissous du Micro Cap C et qu'il n'y ait aucune particule restante.
5. Pipeter lentement dans le Test en Cuve : 0.5 ml d'échantillon désagrégé (échantillon d'eau usée)
6. Pipeter lentement 0.2 ml de solution D (LCK138/238/338D). Fermer immédiatement la cuve et mélanger le contenu en la retournant plusieurs fois de suite jusqu'à qu'aucun dépôt ou agrégat ne soit observable.
7. Attendez 15 min, bien nettoyer l'extérieur de la cuve et mesurer dans le spectrophotomètre.



E- Mode opératoire du P $_{total}$:

1. Enlever délicatement la feuille de protection du DosiCap Zip détachable.
2. Dévisser le DosiCap Zip
3. Pipeter 2 ml d'échantillon
4. Vissez le DosiCap Zip, dirigeant le cannelage vers le haut.
5. Secouer énergiquement
6. Chauffer dans le thermostat 60 min à 100 °C
7. Pipeter dans la cuve une fois refroidie :0.2ml de réactif B (LCK 348/349/350 B). Fermer immédiatement le réactif B après emploi
8. Visser un DosiCap C (LCK 348/349/350) gris sur la cuve.

Mélanger le contenu de la cuve en la retournant plusieurs fois de suite. Attendre 10 min, mélanger de nouveau, bien nettoyer l'extérieur de la cuve et mesurer



BIBLIOGRAPHIE

[1] Article. Contribution à l'optimisation du traitement biologique des effluents agroalimentaires par le réacteur séquentiel discontinu : M.FAOUZI, M. MERZOUKI, H. El FADEL, M.BENLEMLIH, laboratoire de biotechnologie, faculté des sciences Dhar Mehraz BP : 1796, Atlas, Fès, Maroc.

[2] Fiche technique sur l'assainissement collectif n° 5 : La filière Boues Activées

[3] JEAN - CLAUDE BOEGLIN. Traitement biologique des eaux résiduaires. Revue technique de l'ingénieur, Doc J 3 942-1.

[4] GAID, Abdelhader. Traitement des eaux résiduaires. Revue technique de l'ingénieur, 10 Février 2008.Doc J 5 220-1.

[5] ANDREONI V. 1989 : Anaerobic Digestion of Swine Slurry and agro-industrial Wastes in fixed bed up - flow digesters. Symposium NICE 4-6 avril. Technical Advances in biofilm reactor.

[6] MOHAND SAID OUALI. Cours de procédés biologiques et traitement des eaux. Institut de chimie industrielle, centre universitaire de Mostaganem (2001).

[7] Manuel d'analyses physico-chimiques de la step de la CBGN