

# Performances comparées de la latérite et du granite dans l'élimination de la pollution organique et des nutriments par traitement des eaux usées mixtes de la ville de Ouagadougou sur filtres hybrides plantés de *Canna generalis*

Bienvenue Joceline SAWADOGO<sup>1</sup>, Martine KONE<sup>2</sup>  
Rose YAMMA<sup>1,2</sup>, Stéphane NONET<sup>3</sup>  
Philippe WALHAIN<sup>3</sup>, Roseline KABORE<sup>4</sup>  
Toltama SANOU<sup>4</sup>, Arsène H. YONLI

## Résumé

Selon les prévisions, le Burkina Faso en situation de stress hydrique modéré connaîtra une situation de stress hydrique élevé permanent à l'horizon 2030, aggravée par la pollution liée aux activités anthropiques. Le présent travail a pour objectif de comparer les performances de la latérite et du granite en tant que supports de cultures dans le traitement des eaux usées mixtes (EN) de la ville de Ouagadougou. Pour ce faire, deux filières de filtres hybrides composées chacune d'un filtre vertical planté de *canna generalis* monté en série avec un filtre horizontal non planté ayant comme support de cultures de la latérite (SL) pour l'une et du granite (SG) pour l'autre ont été alimentées au débit de 260 L/m<sup>2</sup>/jr pendant 3,5 jours successifs suivis d'une phase de repos de même durée et ce pendant plusieurs mois. Pour les filières SL et SG respectivement, les abattements des nitrates sont de 98,76% et 96,92% tandis que ceux des orthophosphates, 90% et -5,76% indiquent un enrichissement en orthophosphates des eaux issues de SG. S'agissant de la pollution carbonée, les rendements respectifs sont de 98% et 90,6% pour la DBO<sub>5</sub>. En somme le support granulaire fait de latérite présente les meilleures performances épuratoires.

**Mots clés :** *Canna generalis*, filtres hybrides plantés, eaux usées mixtes, Latérite, granite.

## Comparative performance of laterite and granite in the removal of organic pollution and nutrients by treatment of mixed wastewater from the city of Ouagadougou on hybrid planted filters of *Canna generalis*

### Abstract

Comparative performance of laterite and granite in the removal of organic pollution and nutrients by treatment of mixed wastewater from the city of Ouagadougou on hybrid planted filters of *Canna generalis*.

According to forecasts, Burkina Faso, which is in a situation of moderate water stress, will be in a situation of permanent high water stress by 2030, exacerbated by pollution related to anthropic activities. The objective of this work is to compare the performance of laterite and granite as culture media in the treatment of mixed wastewater (EN) in the city of Ouagadougou. To do this, two hybrid filter systems, each composed of a vertical filter planted with *canna generalis* connected in series with a horizontal filter not planted with laterite (SL) for one and granite (SG) for the other, were fed at a rate of 260 L/m<sup>2</sup>/day for 3.5 successive days followed by a rest phase of the same duration for several months. For the SL and SG systems respectively, the nitrate reductions are 98.76% and 96.92% while those of orthophosphates, 90% and -5.76% indicate an enrichment in orthophosphates of the water from SG. Concerning carbon pollution, the respective yields are 98% and 90.6% for BOD<sub>5</sub>. In sum, the granular support made of laterite presents the best purification performances.

**Key words:** *Canna generalis*, hybrid planted filters, mixed wastewater, laterite, granit.

---

<sup>1</sup> UFR/SEA, Université Joseph KI-ZERBO, Ouagadougou, Burkina Faso

<sup>2</sup> Centre National de Recherche Scientifique et Technologique (CNRST), Ouagadougou, Burkina Faso

<sup>3</sup> Centre de Recherche et d'Expertise pour l'Eau (CEBEDEAU), Université de Liège-Start Tilman, Liège, Belgique

<sup>4</sup> Office National de l'Eau et de l'Assainissement (ONEA) Ouagadougou, Burkina Faso

**Auteur correspondant :** Email : [bienvenuesaw@yahoo.fr](mailto:bienvenuesaw@yahoo.fr)

## Introduction

Dans les pays à climat aride et semi-aride, tels que le Burkina Faso et beaucoup de pays subsahariens, les eaux usées peuvent constituer un apport en eau non négligeable pour pallier le déficit hydrique croissant et récurrent. Cependant, la réutilisation des eaux usées et/ ou le déversement des eaux usées non traitées dans la nature à l'état brut, ne sont pas sans risques sanitaires et environnementaux.

Par ailleurs, dans un souci d'accroissement des rendements agricoles, on assiste à un usage de plus en plus accru d'engrais contenant de l'azote et du phosphore, deux éléments indispensables dans le cycle biogéochimique des plantes, mais également responsables de phénomènes d'eutrophisation des plans d'eau en cas de présence excessive. On les retrouve sous des formes solides et dissoutes dans les milieux aquatiques, en particulier les eaux de surface (MIQUEL, 2003). Le phosphore n'est pas toxique intrinsèquement pour la faune et la flore terrestres et aquatiques. Par contre, l'« eutrophisation », conséquence directe majeure d'un excès de phosphore et d'azote dans le milieu, a des effets très préoccupants à de nombreux niveaux. Les eaux usées municipales contiennent de fortes concentrations en phosphate, orthophosphates, polyphosphates et phosphates insolubles. Les systèmes de traitement intensifs ne peuvent être employés systématiquement pour des raisons de coût et de complexité de mise en œuvre, surtout si les quantités à traiter sont importantes : c'est le cas des effluents urbains. L'élimination du phosphore, ou « déphosphatation », peut être réalisée par des voies physico-chimiques ou biologiques. La nitrification suivie par la dénitrification est vraisemblablement la technique la plus efficace d'élimination de la pollution azotée dans les eaux usées (MIQUEL, 2003). Les filtres plantés de macrophytes en particulier le système à écoulement hybride, largement utilisés pour le traitement des eaux usées, deviennent aujourd'hui une alternative intéressante pour le traitement des eaux usées au regard des avantages qu'ils présentent, (MEMON et al., 2017 ; YULISTYORINI et al., 2019). En effet, ils sont moins coûteux à réaliser et à exploiter, sont construits directement sur le site de rejet des eaux usées, nécessitent peu d'équipements mécanisés et enfin, sont moins sensibles aux variations des charges polluantes. Le fait que le filtre à écoulement vertical soit couplé à celui à écoulement horizontal permet une bonne élimination des nutriments dont la pollution azotée et phosphorée. En effet on assiste à une nitrification intense dans le premier filtre (étage) qui se trouve en milieu aérobie tandis que dans le milieu anaérobie ou filtre horizontal, on assiste à une forte élimination des nitrates du premier étage. Plusieurs travaux ont prouvé l'aptitude des filtres plantés à traiter efficacement les eaux usées municipales (MOLLE et al., 2005 ; MIMECHE et al., 2010, LOMBARD-LATUNE et al., 2016) et les effluents industriels.

Les eaux usées domestiques des quartiers centraux de la ville de Ouagadougou, les effluents issus d'une brasserie et ceux de l'abattoir frigorifique de la ville sont acheminés dans une station de lagunage comportant trois étages avec en tête de filière des bassins anaérobies. Ces eaux particulièrement chargées sont traitées et les effluents rejetés dans l'exutoire naturel. Le traitement par lagunage d'effluents très chargés rejette des eaux qui restent riches en pollutions carbonées et en nutriments. Pour trouver une alternative au lagunage, l'objectif du présent travail est de mettre en évidence les performances comparées de deux filtres hybrides (à écoulement vertical, puis horizontal) plantés de *Canna generalis* dans l'épuration des eaux usées mixtes (domestiques et industrielles) entrant dans le bassin anaérobie de la station de lagunage de la ville de Ouagadougou.

## I. Matériel et méthodes

### I.1 Matériel organique

➤ Les eaux usées mixtes constituées d'eaux usées domestiques et des eaux usées industrielles proviennent essentiellement d'une brasserie (Brakina) de l'abattoir frigorifique, raccordés au réseau d'assainissement de la ville Ouagadougou.

➤ *Canna generalis* (photo 1) est une plante d'origine américaine et asiatique de la famille des cannacae, de l'ordre des zingiberales, avec pour sous règne les trachéobionta et pour sous classe les zinziberidae. Cette plante a été choisie pour ses nombreuses caractéristiques très intéressantes : Plante vivace aux rhizomes épais elle s'enracine et supporte de grandes quantités d'eau, elle a une forte capacité d'évapotranspiration et une forte aptitude à éliminer les odeurs, (YULISTYORINI et *al.*, 2019).



**Photo1 :** *Canna generalis* après deux mois de repiquage

### I.2 Matériel inorganique : les granulats

Le sable est une roche formée de petits grains de couleur blanche (sable pur) ou peut être colorés en jaune, rouge, violet par des oxydes de fer. C'est une roche meuble et poreuse renfermant parfois des fossiles. Le sable est perméable à l'eau et cette propriété est utilisée pour filtrer l'eau (en traitement d'eau).

Le granite (photo 2), est une roche très compacte cohérente, massive et non poreuse. Il est utilisé dans de nombreux domaines à savoir, la construction des infrastructures routières, des immeubles et autres ouvrages. Il est également utilisé comme pierre ornemental (monuments, statuts...) et dans le traitement des eaux usées par filtres plantés et des boues de vidange par lits de séchage (KONE et *al.*, 2011 ; SAWADOGO et *al.*, 2016). Dans le cadre de cette étude, le granite a été concassé (diamètre compris entre 6 à 15 mm et 30 à 60 mm).

Filtre 1



**Photo 2 :** Granite de diamètre 6/15 mm à gauche et 30/60 mm à droite

La latérite (photo 3), est une roche formée généralement de petits graviers durs, très denses, liés par un ciment argileux. Toute la roche est parcourue de tubulures ramifiées qui sont des petites galeries provoquées par les insectes ou les racines mortes de plantes. Elle est constituée d'oxydes de fer ( $Fe_2O_3$ ) et/ ou d'alumine ( $Al_2O_3$ ) associés à de la silice pour donner des silicates d'aluminium hydratés et/ou des silicates de fer hydratés, (PRIGENT *et al.*, 2012).

FILTRE 2



**Photo 3 :** Latérite de diamètre 6/15 mm à gauche et 30/60 mm à droite

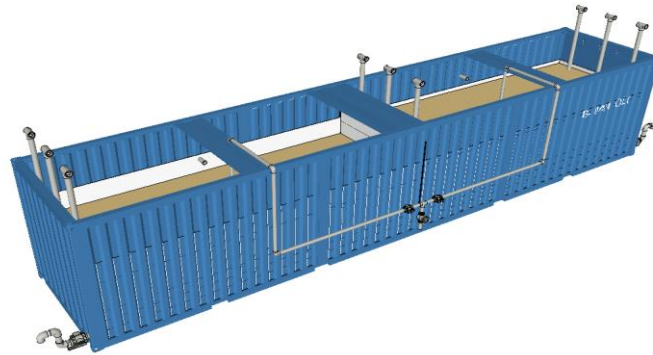
## I.3 Méthodes

### I.3.1 Le dispositif expérimental

Le dispositif expérimental est constitué de deux containers d'une superficie de 27 m<sup>2</sup> chacun. L'un contenant de la latérite comme support de culture et l'autre du granite. Le container dont l'intérieur est rendu étanche par une membrane EPDM imperméable, placée entre deux textiles est divisé en deux compartiments fonctionnant indépendamment. Chaque compartiment est composé de deux filtres superposés (le filtre vertical non saturé au-dessus et le filtre horizontal saturé en dessous), fonctionnant en série et représentant une filière.

Un réseau d'aération par ventilation naturelle est installé et des tuyauteries d'alimentation sont placées au-dessus de chaque filtre vertical. Des vannes permettant l'entrée des eaux brutes et la sortie des eaux traitées sont également connectées à chaque filtre, (photo 4).

Les filtres verticaux sont plantés de *Canna generalis* sur une couche de sable (10cm), à raison de 5 plants /m<sup>2</sup> (MOLLE, 2003) (photo 5). Pour observer une alternance de phases d'alimentation et de phases de repos nécessaire à la recharge en oxygène du massif filtrant et au bon fonctionnement des filtres verticaux, pour chaque container, un seul filtre vertical est alimenté et ce pendant 3 jours et demi alors que l'autre filtre vertical est au repos et inversement. Le débit d'alimentation est de 260 L/m<sup>2</sup>/jr et les prélèvements d'échantillons sont faits sur le pilote qui a reçu l'alimentation et qui vient d'être mis au repos (c'est-à-dire le troisième jour et demi d'alimentation de celui-ci). Ce qui nous revient à faire donc deux prélèvements par semaine.



**Photo 4 :** Vue d'ensemble pilote expérimental avant la mise en place des filtres à *Canna generalis*



**Photo 5 :** Vue d'ensemble des filtres plantés de *Canna generalis*

### I.3.2 Dimensionnement des massifs filtrants

L'efficacité des filtres implique une série de processus physiques (hydrodynamique, transfert de gaz), chimiques (équilibre d'adsorption-désorption) et biologiques (activité bactérienne, impact des plantes). Aussi, la rhizosphère en particulier (le *Canna*) favorise les interactions entre plantes, microorganismes, granulats et polluants. Les performances et la robustesse du système dépendent de nombreux paramètres contrôlables (conception, granulats, exploitation) et incontrôlables (climat) (DOTRO et *al.*, 2017). Par conséquent, les filtres ont été conçus de façon à pouvoir traiter une charge hydraulique variable. Le tableau I donne les différentes caractéristiques des filtres.

**Tableau I : composition des différents filtres**

Filtres et contenus		Container 1 (latérite)	Container 2 (granite)
		Filtre 1	Filtre2
Filtre vertical	Couche de fixation des plants (sable)	10 cm	10 cm
	Couche de filtration (6-15mm)	60 cm	60 cm
Filtre horizontal	Couche de drainage (30-60mm)	20 cm	20 cm

## I.4. Les méthodes d'analyse

### I.4.1. La demande chimique en oxygène (DCO)

La demande chimique en oxygène DCO a été déterminée par oxydation de la matière organique à l'aide du dichromate de potassium à chaud en milieu acide et en présence de sulfate d'argent comme catalyseur selon Standard Methods for examination of water and waste water method

5220D Elle s'exprime en mg O<sub>2</sub>/L. On procède par la suite à la lecture de la valeur de l'absorbance par spectrophotométrie à la longueur d'onde de 600 nm ou 420 nm en fonction de la gamme de DCO choisie.

#### **I.4.2. La demande biologique en oxygène**

La demande biochimique en oxygène de 5 jours (DBO<sub>5</sub>) est déterminée par la méthode manométrique avec des manomètres oxitop selon la norme NF 90-103. Elle correspond à la quantité d'oxygène nécessaire pour dégrader par voie biologique de la matière organique contenue dans une quantité d'eaux usées, placée dans l'obscurité et à une température de 20 °C et ce pendant 5 jours.

#### **I.4.3. Les matières en suspension MES**

Les matières en suspension (MES) constituent la partie non dissoute de la pollution. C'est l'ensemble des matières minérales et/ou organiques qui ne se solubilisent pas dans l'eau. Les MES sont des supports pour les organismes pathogènes et des toxines (métaux, pesticides, huiles). Leur présence affecte la transparence de l'eau et diminue la pénétration de l'oxygène et de la lumière et partant réduit la photosynthèse. Les MES sont déterminées après filtration sous vide et sur une membrane GFC de 45µm de diamètre conformément à la norme française NF-90-105. Les matières en suspensions sont exprimées en mg/L.

#### **I.4.4. Les nutriments**

##### **➤ Orthophosphates**

Les orthophosphates se retrouvent dans les eaux usées sous différentes formes : 2PO<sub>4</sub>, HPO<sub>4</sub>, PO<sub>4</sub>. Ce sont des sels d'acide ortho-phosphorique (H<sub>3</sub>PO<sub>4</sub>). Les orthophosphates et les nitrates sont la cause des phénomènes d'eutrophisation des milieux aquatiques.

##### **➤ Azote total**

L'azote est également un élément nutritif pour les végétaux. On le trouve sous forme minérale (ammoniacal, nitrites et nitrates) ou organique et est l'une des causes des phénomènes d'eutrophisation en cas de forte concentration dans un milieu aquatique. Son suivi est également important dans les mesures à prendre pour la protection de l'environnement.

##### **➤ Ions ammoniums (NH<sub>4</sub><sup>+</sup>)**

La présence de l'ion NH<sub>4</sub><sup>+</sup> dans les eaux signe la présence d'une pollution par des rejets organiques pouvant être d'origine agricole, domestique ou industrielle. Même si l'ammonium ne présente pas une toxicité, son oxydation conduit à l'enrichissement du milieu aquatique en nitrates, précurseurs de l'eutrophisation, avec pour conséquence la disparition de la biodiversité (faune et flore) aquatiques.

##### **➤ Ions nitrites (NO<sub>2</sub><sup>-</sup>) et les nitrates (NO<sub>3</sub><sup>-</sup>)**

L'azote provient essentiellement des activités anthropiques. L'oxydation des ions ammonium (NH<sub>4</sub><sup>+</sup>) conduit aux nitrites puis aux nitrates, respectivement par des bactéries du genre Nitrosomonas et nitrobacter.

Les concentrations en ammonium, nitrites, nitrates et orthophosphates ont été déterminées par spectrophotométrie en utilisant le spectrophotomètre DR 7000 à des longueurs d'onde associées à des codes spécifiques selon le paramètre : phot 62 pour l'ammonium, phot 64 pour les ions nitrites, phot 88 pour les nitrates et phot 91 pour les orthophosphates.

## II. Résultats et discussion

### 2.1 Elimination de la pollution carbonée

#### 2.1.1. La DCO

La concentration de la demande chimique en oxygène totale pour les eaux brutes à l'entrée des filtres plantés varie entre 86 à 1387 mg/l avec une valeur moyenne de 585,58 mg/l. La figure 2 indique que les teneurs de la DCO enregistrées à la sortie de la filière à latérite plantée de *Canna* varient de 22 à 975 mg/l avec une concentration moyenne de 149,79 mg/l tandis que la filière à granite plantée enregistre des concentrations moyennes de 233,5 mg/L. Selon les travaux de (MOLLE, 2003), les macrophytes ont l'aptitude de transférer l'oxygène du rhizome vers les racines à travers un système interne ce qui favorise la création d'une zone aérobie autour des racines dans le filtre à écoulement vertical (MOLLE, 2005). Cette zone aérobie va permettre la multiplication des micro-organismes qui sont les principaux décomposeurs de la matière organique dans la zone racinaire. Ces microorganismes méthanogènes pour la plupart se nourrissent des matières organiques présentes dans le milieu et se multiplient de façon exponentielle, ce qui va favoriser une bonne dégradation de la matière organique grâce à la présence de l'oxygène dans le milieu. Ces résultats confirment ceux obtenus par MIMECHE et *al.*, (2014) qui ont utilisé le *Phragmites australis* sur filtre vertical.

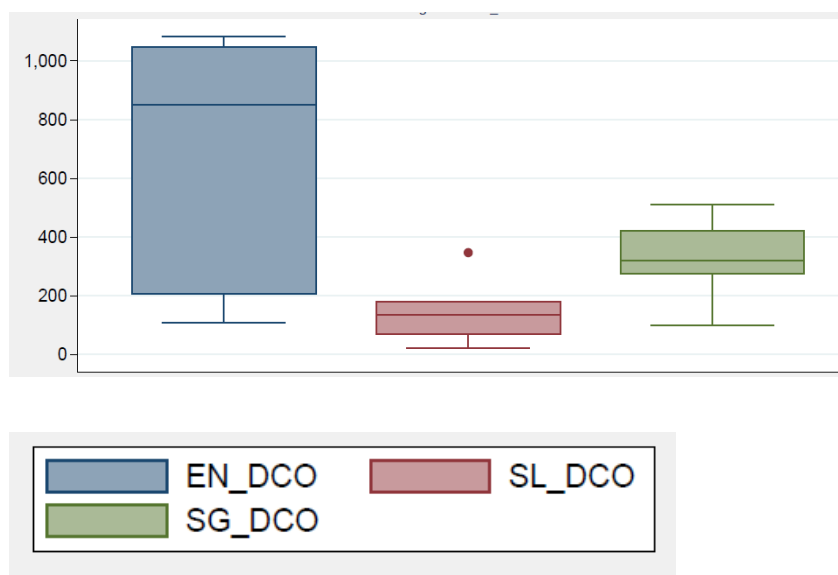
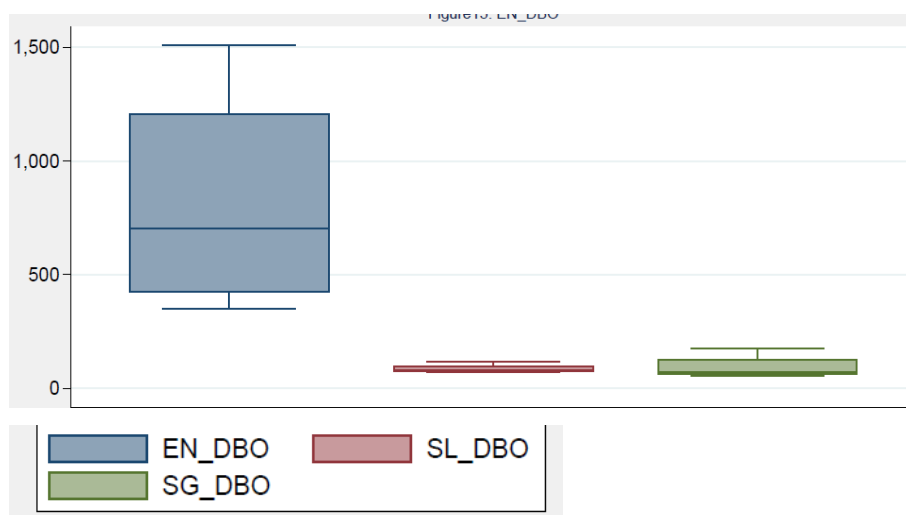


Figure 2 : évolution de la demande chimique en oxygène (DCO).

#### 2.1.2. La DBO<sub>5</sub>

La figure 3 indique l'évolution des teneurs en DBO<sub>5</sub>. Cette dégradation peut se faire en présence ou en absence d'oxygène. L'élimination de la charge organique peut se faire par simple filtration en plus des processus biologiques dus à la flore bactérienne et aux plantes, (BENAMEUR, 2010, MORVANNOU, 2012 ;). Les valeurs moyennes de DBO<sub>5</sub> relevées sont de 88,91 mg/L, 143,26 mg/L respectivement pour la filière à latérite et la filière à granite alors que les eaux usées à l'entrée des pilotes ont donné une moyenne en 741,06 mg/L. Ces valeurs obtenues sont nettement meilleures que celles obtenues par YULISTYORINI et *al.*, (2019) qui a obtenu des valeurs moyennes en DBO de 99,3mg/L à l'entrée contre 4,43mg/l après traitement, soit un rendement de plus de 91%.



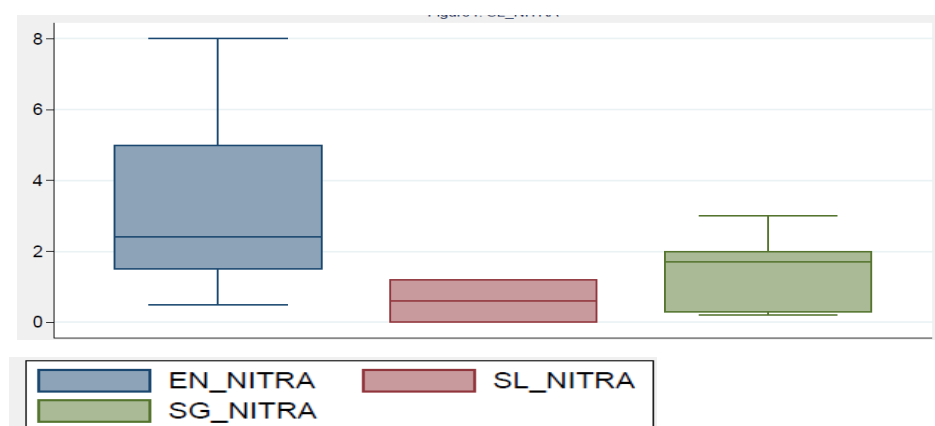
**Figure 3 :** Evolution de la DBO<sub>5</sub> avant et après traitement dans les filtres

Nous pouvons donc dire au regard des résultats que le filtre à latérite présente les meilleurs rendements avec un abattement en DBO<sub>5</sub> de 98% suivi du filtre à granite qui enregistre un abattement de 89,7%. Ces résultats obtenus s'expliquent par le fait que ces matériaux du fait de leur composition minéralogique et chimique leur confèrent des propriétés particulières dont le prélèvement de certains polluants. Ces résultats confirment ceux de PRIGENT et *al.*, (2012) qui ont utilisé la technique de recirculation de l'eau sur des matériaux capables de piéger certains polluants.

## 2.2 Elimination des nutriments

### 2.2.1. Abattement des nitrates

L'élimination de l'azote dans les filtres plantés est basée sur une relation symbiotique plantes-bactéries, dans laquelle les bactéries utilisent l'oxygène fourni au milieu par les plantes. Les concentrations en nitrates présentent des valeurs moyennes de 1,99 mg/L pour la filière à latérite (SL) contre une teneur moyenne de 2,39 mg/L pour la filière à granite (SG) alors que les eaux usées présentaient une teneur moyenne de 3,25mg/L à l'entrée des pilotes. La figure 4 ci-dessous indique une réduction des teneurs en nitrates à la sortie de la filière à latérite plus importante que celle obtenue à la sortie de la filière à granite. En somme, si le filtre à écoulement vertical favorise la nitrification, le rôle du filtre horizontal fonctionnant à saturation consiste à éliminer l'azote dans un processus de dénitrification (KONE et *al.*, 2011).



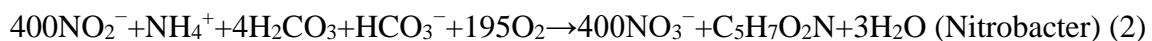
**Figure 4 :** Evolution des teneurs en nitrates

L'élimination de l'azote se fait essentiellement dans un processus de nitrification-dénitrification dans les deux filtres en série que sont le filtre à écoulement vertical suivi du filtre à écoulement horizontal (MORVANNOU, 2012). En effet, lorsqu'on se trouve en condition aérobie, on assiste à une forte nitrification de l'azote assurée par la flore microbienne présente dans l'eau brute et dans le massif filtrant (MOLLE et al., 2005). En absence d'air c'est plutôt une dénitrification qui se produit.

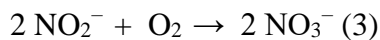
Le filtre vertical a pour rôle d'assurer la nitrification, mais le constat d'avoir des teneurs en nitrates faibles par la suite montrent que le filtre horizontal a permis une bonne élimination des nitrates, ces résultats corroborent ceux de MOLLE et al., (2005).

### 2.2.2. La dénitrification de l'azote dans le procédé

Dans des conditions aérobies l'ion  $\text{NH}_4^+$  subit une oxydation conduisant à la nitritation selon l'équation (1) suivie de la nitrification par les bactéries nitrifiantes *Nitrosomonas* et *Nitrobacter* conformément à l'équation (2). Le processus de la nitrification traduit l'oxydation biologique de l'ammonium ( $\text{NH}_4^+$ ) en ions nitrates ( $\text{NO}_3^-$ ) par de micro-organismes adaptés (IBNOUSSINA et al., 2006). Ce processus s'effectue en deux étapes au cours desquelles l'ion ammonium est transformé en ion nitrite qui est un intermédiaire peu stable ; ensuite, les ions nitrites sont oxydés en nitrates (LEE et al., 2007) :



En somme, il se produit donc une nitrification autotrophe aérobie, correspondant à l'oxydation des ions ammonium en ions nitrite. Les ions nitrites sont ensuite oxydés en ions nitrates par les micro-organismes tels que *Nitrobacter*. Par conséquent, la diminution des ions nitrites est due à leur oxydation en nitrates selon l'équation (3) suivante, (BENREJDAL et al., 2017) :



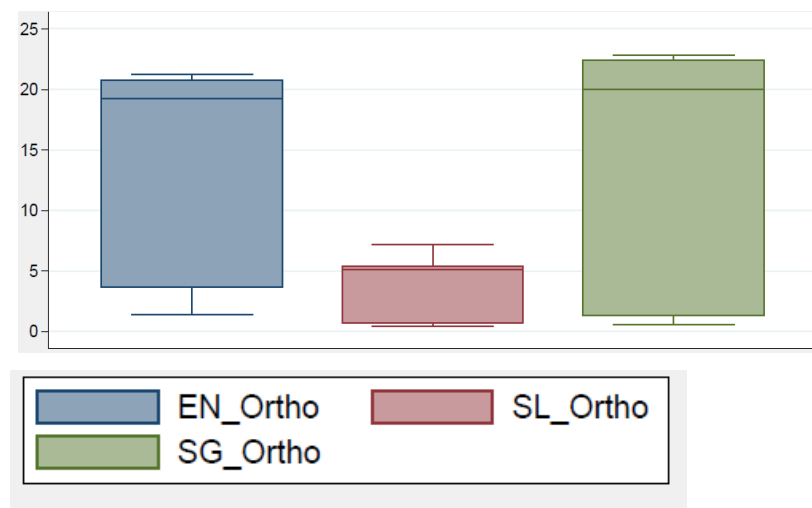
Au niveau des deux filières, s'agissant des nitrates, les teneurs respectives pour EN, SL et SG, 13 mg N- $\text{NO}_3^-$  /L, 2,75 mg N- $\text{NO}_3^-$  /L et 8,5 mg N- $\text{NO}_3^-$  /L. Pour ce qui concerne les nitrites et selon le même ordre, nous avons 0,92 mg N- $\text{NO}_2^-$  /L, 0,46 mg/l et 0,11mg N- $\text{NO}_2^-$  /L. L'ammonium est absent à la sortie des deux filières témoignant ainsi d'une bonne dénitrification dans les filtres horizontaux (anoxie). Ainsi, pour une valeur moyenne en azote total de 64 mg/L obtenue à l'entrée du bassin anaérobie, nous avons enregistré les teneurs respectives de 53 mg/l et 23 mg/L pour SL et SG pour des rendements moyens de 17% et 57%. Ceci indique que l'élimination de l'azote se fait mieux au sein de la filière granite (SG). En outre, les concentrations plus élevées en nitrates à la sortie de la filière granite suggère une meilleure nitrification au sein du filtre vertical suivi d'une dénitrification plus importante avec une élimination globale de l'azote au sein de cette filière avec un rendement de 57% contre seulement 17 % pour la filière latérite.

En effet, au sein du filtre horizontal, l'azote nitrique peut être utilisé pour oxyder la matière organique si tout l'oxygène est absent ou déjà consommé, c'est la dénitrification. Ce qui explique la diminution des teneurs en nitrate au cours du traitement. La concentration en nitrates, plus faible à la sortie du système, peut aussi s'expliquer en partie par l'utilisation de ce nutriment à la fois pour la croissance des plantes et par les bactéries dans le processus dénitrification (DANDELLOT et al., 2005). En outre, la litière des plantes peut également favoriser cette dénitrification qui produit principalement du  $\text{N}_2$  gazeux (BENREJDAL et al., 2017), selon l'équation (4):



### 2.2.3. Evolution des teneurs en orthophosphates

Les concentrations moyennes sont de 7,47mg/L pour SL, 15,79 mg/L pour SG contre 14,53mg/L pour l'eau brute. La figure 5 indique le niveau d'abattement des orthophosphates au niveau de chaque filière.



**Figure 5 :** Evolution des teneurs en orthophosphates avant et après traitement sur les filtres

Au regard des résultats obtenus, on note 90% d'abattement pour la filière à latérite SL contre -5,76% pour la filière à granite SG. Nous pouvons dire que la latérite favorise essentiellement l'élimination des orthophosphates, alors que le granite provoque un enrichissement du milieu en orthophosphates (figure 5). Cela pourrait s'expliquer par le fait que la latérite de par sa composition chimique (matériau riche en fer) a la capacité de précipiter les ions orthophosphates (PRIGENT et *al.*, 2012, KIM et *al.*, 2013). A l'inverse le granite pourrait favoriser un relargage des orthophosphates adsorbés sur le support granulaire antérieurement et ce eu égard au fait que les filtres étaient fonctionnels depuis plusieurs mois. Le relargage expliquerait le rendement négatif obtenu -5,76%. Cette étude comparative nous permet avec les résultats obtenus de dire que contrairement à l'azote qui est mieux éliminé par le granite, la latérite élimine mieux les orthophosphates.

## Conclusion

Ce travail qui avait pour ambition de mettre en évidence les performances comparées de deux matériaux granulaires à savoir le granite et la latérite, dans le traitement d'eaux usées mixtes par filtres hybrides plantés a permis de constater que la latérite élimine mieux aussi bien le phosphore que la pollution carbonée, alors que le granite élimine mieux l'azote. Pour les orthophosphates, on a obtenu plus de 90% pour SL tandis que SG présente des rendements négatifs de -5,76%. Quant à l'élimination du carbone, les rendements en DCO de 97% pour SL contre 94% pour SG, pour la DBO<sub>5</sub>, 98% pour SL contre 90,6% pour SG. Pour ce qui concerne le bilan de l'azote, nous enregistrons un abattement de 57% pour SG contre moins de 17% pour SL. En somme, chaque support de culture présente un intérêt en termes d'élimination de la pollution. Une association des deux matériaux pourrait être envisagée pour optimiser l'élimination de la pollution carbonée et des nutriments à travers un filtre hybride planté à écoulement vertical et horizontal associés dans le traitement des eaux urbaines.

## Références bibliographiques

- BENREJDAL F., GHOUALEML H., 2017. Utilisation d'une plante aquatique pour l'épuration des eaux de pluie de la région d'Alger. Traitement biologique par filtres plantés de macrophytes, Algerian Journal of Environmental Science and Technology December edition. Vol.3. N°3-B, ISSN : 2437-1114.
- DANDELLOT S., MATHERON, R. LE PETIT J., VERLAQUE R. et CAZAUBON A., 2005. Variations Temporelles des Paramètres Physicochimiques et Microbiologiques de Trois Ecosystèmes Aquatiques (Sud-Est de la France) Envahis par des Ludwigia, C. R. Biologies 328, 991–999.
- DOTRO G., MOLLE P., NIVALA J., PUIGAGUT J., et STEIN O., 2017. Treatment Wetlands (IWA publis, Vol. 7). <https://doi.org/10.2166/9781780408774>.
- IBNOUSSINA M., HAROU M., MASLOUHI A., 2006. Expérimentation et Modélisation de la Lixiviation de l'azote Nitrique dans un Sol Sableux, C. R. Géoscience 338 787–794.
- KIM B., GAUTIER M., BUET A., MICHEL P., GOURDON R., 2013. Influence du ph sur la libération du phosphore accumulé dans les boues de surface d'un filtre planté de roseaux recevant des eaux usées traitées avec du FeCl<sub>3</sub>. Déchets sciences-techniques.532.hal-00955995,65, pp.4-11.
- KONE M. et al., 2011 : Traitement d'eaux résiduaires urbaines par filtres plantés à flux verticale sous climat Soudano-sahélien. *Int.J.Biol. Chem. Sci* 5 (1) 217-231.
- LEE C., DAR LIN S., 2007. Handbook of Environmental Engineering Calculations, 2nd Edition, McGraw-Hill Companies
- LOMBARD- LATUNE L., MANGEOT L., PELUS L., L'ETANG F., FINA N., LE GUENNEC B., MOLLE. P., 2016. Compact unsaturated / saturated vertical flow constructed wetland system under tropical conditions: Nitrogen removal and foot print reduction. In G. Magdalena, M.-L. Karolina, & W. Ewa (Eds.), 15th International conference on wetland systems for water pollution control (Vol. 1, p. 367). Gdansk: International Water Association.
- MANAHAN S., 2000. Environmental Chemistry, 7e edition, Boca Raton. CRC press LLC, USA, Lewis Publisher, 1492 p.
- MEMON M., JATOI H. B., NAREJO A., MAHAR R., ANSARI A., and BHANGER M., 2017. Use of aquatic plants for treatment of grey water. Pakistan Journal of Botany, 49 (Special Issue), 375–381.
- MIMECHE L., MANCERH, DEBABECHE M., 2010. Tunisian Journal of Medicinal Plants and Naturel Products, 4.
- MIMECHE L., DEBABECHE M., SEGHAIRI N., BENAMEUR N., 2013. Capacité de filtres plantés de macrophytes pour l'épuration des eaux usées dans le climat semi-aride, Courrier du Savoir – N°17, pp.33-37.
- MIQUEL G., 2003. Office Parlementaire d'évaluation des Choix Scientifiques et Technologiques, Rapport sur «la qualité de l'eau et de l'assainissement en France» Tome II - Annexes. Paris, France, 293 p.
- MOLLE P., 2003. Filtres plantés de roseaux: Limites hydrauliques et rétention du phosphore. Rapport de Thèse de Doctorat Spécialité Génie des Procédés, Université de Montpellier-Cemagref, France, 280 p.
- MOLLE P., 2005. Les normes de rejet des eaux et les paramètres d'analyses de la pollution (Grenoble eau pure rapport).
- MOLLE P., LIENARD A., BOUTIN C., MERLIN G., IWEMA A., 2005. How to treat raw sewage with constructed wetlands: an overview of the French systems. *Water Sci Technol.* 51(9):11-21.

MORVANNOU A. et *al.*, 2012. Dynamic modelling of nitrification in vertical flow constructed wetlands Université catholique de Louvain.

PRIGENT S. et *al.*, 2012. Rapport de Thèse de Doctorat Spécialité Génie des Procédés, Université Nantes Angers Le Mans : Optimisation du traitement de l'azote et du phosphore des eaux usées domestiques adapté aux filtres plantés de roseaux 230 p.

SAWADOGO J. et *al.*, 2016. Planted Sludge Drying Beds in Treatment of Faecal Sludge from Ouagadougou: Case of Two Local Plant Species. Journal of Water Resource and Protection, 2016, 8, 697-705.

YULISTYORINI A., KUMALA PUSPASARI A., MUJIYONO, et ANINDYA SARI A., 2019. Removal of BOD and TSS of Student Dormitory Greywater using Vertical Sub-Surface Flow Constructed Wetland of *Ipomoea Aquatica* IOP Conference Series: Materials Science and Engineering, 515, 012056.