



**ANNALES  
DE  
L'UNIVERSITE  
MARIEN NGOUABI**

---

***Sciences et Techniques***

---

**VOL. 19 - N° 1 - ANNEE 2019**

**ISSN : 1815 - 4433**

**[www.annalesumng.org](http://www.annalesumng.org)**

**indexation : Google scholar**

# ANNALES DE L'UNIVERSITE MARIEN NGOUABI *SCIENCES ET TECHNIQUES*



VOLUME 19, NUMERO 1, ANNEE 2019.

[www.annales.umng.org](http://www.annales.umng.org)

## SOMMAIRE

### Directeur de la publication :

J-R. IBARA

### Rédacteur en chef :

J ; GOMA-TCHUMBAKALA

### Rédacteur en chef adjoint

B. PASSI MABIALA

### Comité de lecture

A.A. ABENA (Brazzaville)  
J.M. BESSIERE (Montpellier)  
G. COLLIN (Québec)  
R. DELMAS (Toulouse)  
C. DEMANGEAT (Strasbourg)  
E.B. DONGALA (Brazzaville)  
L. DORBATH (Strasbourg)  
G. LAMATY (Montpellier)  
P. LEPOIVRE (Gembloux)  
J. MABANDZA (Brazzaville)  
F. MIALOUNDAMA (Brazzaville)  
B. MILLET (Besançon)  
J.M. OUAMBA (Brazzaville)  
B. PACKA-TCHISSAMBOU (Brazzaville)  
T. SILOU (Brazzaville)  
J.P. TATHY (Brazzaville)  
L. TCHISSAMBOU (Brazzaville)  
F. YALA (Brazzaville)

### Comité de rédaction

C. BOUKA BIONA (Brazzaville)  
D. LOUEMBE (Brazzaville)  
B. MPASSI MABIALA (Brazzaville)

### Webmaster

R. D. ANKY

### Administration – Rédaction :

Université Marien NGOUABI  
Direction de la Recherche  
B.P. 69, Brazzaville – Congo  
E-mail : [annales@umng.cg](mailto:annales@umng.cg)

ISSN : 1815 - 4433  
Indexation : Google Scholar

- 1 **Dynamique spatio-temporelle et structure de la végétation de la forêt classée d'Atakpame au Togo**  
DOURMA M., SOOU E., ATAKPAMA W. FOLEGA F., AKPAGANA K.
- 23 **Caractérisation des bactéries isolées de deux sols pollués par les hydrocarbures de Brazzaville, Congo**  
GOMA-TCHIMBAKALA J., LEBONGUY A. A., PONGUY SOUELI C. R
- 33 **Amélioration de la qualité des savonnets à base d'huiles de palme, de coco, de kolo, du beurre de karité et des huiles essentielles de citronnelle et de waya par les plans de mélange et l'évaluation sensorielle**  
MIKOLO B., LOEMBA NGOMA R. F., TSOUMOU K. ET MASSAMBA D



## CARACTERISATION DES BACTERIES ISOLEES DE DEUX SOLS POLLUES PAR LES HYDROCARBURES DE BRAZZAVILLE, CONGO

GOMA-TCHIMBAKALA J. <sup>1,2</sup>, LEBONGUY A. A. <sup>2\*</sup>, PONGUY SOUELI C. R. <sup>1</sup>

1- École Nationale Supérieure d'Agronomie et de Foresterie,  
Université Marien NGouabi

2- Institut National de Recherche en Sciences Exactes et Naturelles,  
BP 2400 Brazzaville  
République du Congo

\*Email : lebonguyaa@gmail.com

### RESUME

L'étude a été menée à la gare ferroviaire et sur le chantier naval situés dans le centre-ville de Brazzaville respectivement à 15°17'18.5''E, 4°16'23.1''S, 283 m Altitude et 15°17'17,5''E, 4°16'09.0''S, 282 m Altitude. Le travail a pour but d'identifier les bactéries d'intérêt isolées des sols pollués pour leur utilisation dans la biorémédiation. La teneur en HPT des sols a été déterminée par la méthode au soxhlet. Les bactéries aérobies mésophiles ont été dénombrées à l'aide de la méthode de dilution en série. Les bactéries isolées ont été identifiées par la galerie API 20 E. Les résultats montrent que le sol de la gare ferroviaire contient plus de HPT que le sol du chantier naval de Brazzaville. Le dénombrement a montré que le sol de la gare contient 1,01.10<sup>7</sup> UFC/kg tandis que dans celui du chantier naval le nombre est 6,83.10<sup>6</sup> UFC/kg de sol. Les bactéries isolées et identifiées par galerie API sont *Pseudomonas aeruginosa*, *Pseudomonas horyzihabitans*, *Pseudomonas fluorescences*, *Escherichia coli*, *Serratia ficaria* et plusieurs *Bacillus* sp. En conclusion, les sols de la gare ferroviaire et du chantier naval contiennent des bactéries d'intérêt adaptées aux milieux pollués de manière chronique par les hydrocarbures

**Mots-clés :** Sol, pollution, consortium bactérien, HPT, biorémédiation

### ABSTRACT

The study was carried out at the railway station and on the shipyard located in the city center of Brazzaville respectively at 15 °17'18.5"E, 4 °16'23.1"S, 283 m Altitude and 15 °17 '17, 5"E, 4 °16'09.0"S, 282 m Altitude. The aim is to identify the bacteria of interest isolated from polluted soils for their capacity to be used in bioremediation. The HPT content of the soils was determined by the soxhlet method. Aerobic mesophilic bacteria were counted using the serial dilution method. The isolated bacteria were identified by the API 20 E gallery. The results show that the soil of the railway station contains more HPT than the soil of the Brazzaville shipyard. The count showed that the soil of the railway station contains 1.0110<sup>7</sup> CFU / kg while in the shipyard the number is 6.8310<sup>6</sup> CFU / kg of soil. The bacteria isolated and identified by API gallery are *Pseudomonas aeruginosa*, *Pseudomonas horyzihabitans*, *Pseudomonas fluorescences*, *Escherichia coli*, *Serratia ficaria* and several *Bacillus* sp. In conclusion, the soils of the railway station and the shipyard contain bacteria of interest adapted to environments chronically polluted by hydrocarbons.

**Keywords** Soil, pollution, bacterial consortium, HPT, bioremediation.

## INTRODUCTION

Le déversement au même endroit d'une importante quantité d'hydrocarbures a pour impact le phénomène d'engluement. Les hydrocarbures visqueux collent aux plantes et autres espèces alentours entraînant leur étouffement. En outre, les hydrocarbures aromatiques ont des effets létaux sur nombreux organismes. Dans le cas où la mort n'est pas immédiate, les hydrocarbures induisent des effets qui diminuent la capacité des espèces à résister à d'autres aléas de l'environnement. La problématique de la pollution par les hydrocarbures concerne aussi bien les écosystèmes terrestres que les écosystèmes aquatiques (Lebonguy, 2017 ; Yakinov et al., 2007). Le Congo, pays pétrolier, est confronté au déversement des hydrocarbures dans différents écosystèmes. Les garages de fortune, le transport ferroviaire, le déballastage au mépris des normes édictées par la loi sur l'environnement sont autant de sources de pollution. La gestion durable commande la remédiation de ces écosystèmes pollués. Parmi les nombreuses méthodes de remédiation existante, la bioremédiation est une voie à privilégier (Agarry and Ogunleye, 2012 ; Yadav and Hassanizadeh, 2011). En effet, cette méthode s'appuie sur la capacité des bactéries à utiliser les hydrocarbures comme source de carbone dans leur métabolisme. La méthode nécessite pour sa mise en œuvre de disposer de bactéries compétentes. Pour ce faire, le principe est d'isoler ce type de bactéries dans les sols où la pollution par les hydrocarbures est soit accidentelle soit chronique. Le présent travail, a pour but d'identifier des bactéries d'intérêt isolées des sols pollués de la gare ferroviaire du centre-ville et du chantier

navale de Brazzaville. L'objectif est de constituer une banque de germes compétentes dans la dégradation des hydrocarbures pour leur utilisation dans la bioremédiation.

## 2. MATERIEL ET METHODES

### 2.1. MATERIEL

#### 2.1.1. Zone d'étude et substrat utilisé

Les sols utilisés dans la présente étude ont été prélevés à la gare ferroviaire et le chantier naval situés dans le centre-ville de Brazzaville respectivement à 15°17'18.5''E, 4°16'23.1''S, 283 m Altitude et 15°17'17,5''E, 4°16'09.0''S, 282 m Altitude. Le gasoil utilisé dans cette étude a été conditionné en bouteille et conservé à température ambiante au laboratoire. Avant chaque utilisation le gasoil a été stérilisé à l'autoclave.

### 2.2. METHODES

#### 2.2.1. Échantillonnage des sols

Dans les deux sites, les sols ont été échantillonnés sur deux placettes de 9m<sup>2</sup> délimitées dans les zones présentant une pollution par les hydrocarbures reconnaissable de manière visuelle. Les placettes étaient éloignées de 12m. Dans chaque placette, cinq échantillons de sol ont été prélevés en croix dans l'horizon 0-10 cm à l'aide d'une tarière. Les échantillons de sol de chaque placette ont été mélangés pour former un échantillon composite. Les échantillons composites ont été transportés au laboratoire et conservés à 4°C jusqu'au moment de leur utilisation.

### 2.2.2. Détermination de la teneur en hydrocarbures pétroliers totaux (HPT)

Les HPT ont été déterminés sur 10g de sol composite sec après une extraction au soxhlet avec 300 mL de dichlorométhane. L'extraction dure 6h à une température de 40°C. A la fin de l'extraction, le solvant résiduel contenu dans le gasoil est évaporé sous vide jusqu'à élimination totale. La teneur en HPT a été déterminée selon la formule :

$$\% \text{ HPT} = \frac{\text{Poids hydrocarbure}}{\text{Poids sol}} \times 100$$

### 2.2.3. Dénombrement de la microflore bactérienne

La technique de dilution en série a été utilisée pour dénombrer la microflore aérobie mésophile totale dans les échantillons de sol. La série de dilution a été préparée à partir d'une suspension de 10g de sol dans 90mL d'eau physiologique. L'ensemencement a été réalisé sur PCA avec 100µL de suspension de sol. Les dilutions 10<sup>-1</sup>, 10<sup>-3</sup> et 10<sup>-5</sup> ont été utilisées au cours de cette étude.

### 2.2.4. Caractérisation et identification des bactéries des consortiums

Les colonies ont été isolées par la technique d'enrichissement. Dix grammes de l'échantillon de sol pollué ont été mélangés dans 100 mL du milieu BH supplémenté de 15 mL de gasoil stérile. Le mélange a été incubé pendant 5 jours à température ambiante sur un agitateur orbital de type GERHARDT. A la fin de l'incubation, 2 mL de la culture ont été prélevés et inoculés dans 100 mL du milieu BH stérile supplémenté comme précédemment. Le mélange a été à nouveau incubé avec agitation pendant 5

jours. La culture bactérienne obtenue au bout de trois répétitions du cycle d'enrichissement a constitué l'inoculum final testé. Ensuite, 100 µL des dilutions 10<sup>-2</sup>, 10<sup>-4</sup> et 10<sup>-6</sup> sont prélevés et étalés séparément sur le milieu PCA coulé en boîtes de pétri. Les cultures ont été incubées à 37°C pendant 24 heures dans l'étuve à 37°C. Les isolats purifiés obtenus ont été caractérisés en observant la forme et la couleur des colonies et la mobilité des cellules bactériennes. Ensuite, le test de gram, les tests oxydase et catalase ont été réalisés pour distinguer les bactéries. Le milieu Mossel additionné du jaune d'œuf et de la polymixine (1 mg/mL) a été utilisé pour vérifier l'hydrolyse de la lécithine, l'activité protéolytique et l'utilisation du mannitol par les isolats suspectés appartenir au genre *Bacillus sp.* L'identification des bactéries gram<sup>-</sup> a été réalisée à l'aide de la galerie API 20 E (BioMérieux, France) en suivant le protocole proposé par le fabricant.

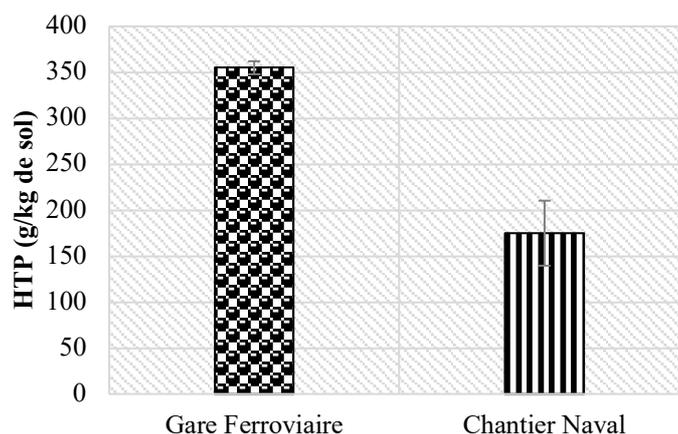
### 2.2.5. Analyse des données

Les données ont fait l'objet d'une analyse de variance (ANOVA). La discrimination des moyennes significatives a été réalisée avec le test de Newman-Student-Keuls au seuil 5%. Les traitements ont été réalisés avec les logiciels Microsoft Excel 2016 et StatView 5.

## 3. RESULTATS

### 3.1. Teneur en HPT des sols

L'analyse de la Figure 1 indique que la charge en HPT du sol de la gare (355 g/kg de sol) a été plus importante que celui du chantier naval (175 g/kg de sol) (Figure 1, p <0,001).

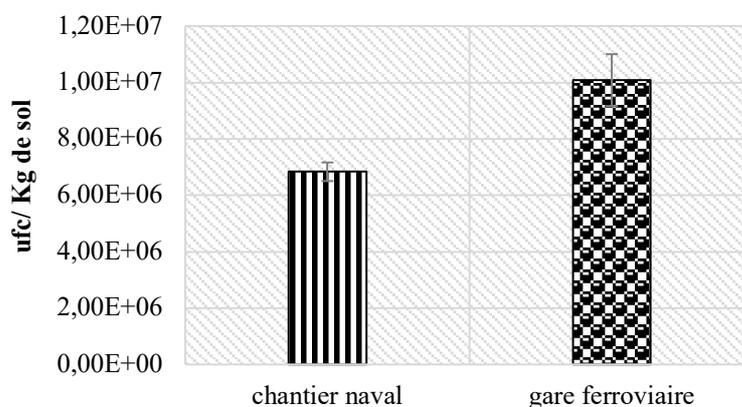


**Figure 1.** Teneur en HTP des sols de la gare et du chantier naval

### 3.2. Dénombrement de la microflore aérobie mésophile totale

L'ANOVA montre que le nombre UFC/ Kg du sol de la gare est significativement plus élevé que dans celui du

chantier naval respectivement  $1,01 \cdot 10^7$  UFC/kg et  $6,83 \cdot 10^6$  UFC/kg (Figure 2 ;  $p < 0,05$ ).



**Figure 2.** Nombre de bactéries UFC/ Kg de sol pollué

### 3.3. Isolement et purification des souches à potentiel de biodégradation

Treize isolats bactériens ont été obtenus. Ces isolats distincts par leur forme et

leur couleur se répartissent de la manière suivante : 3 isolats sélectionnés du sol de la gare ferroviaire et 10 isolats du sol du chantier naval (Tableau 1).

**Tableau 1** : Nombre d'isolats et leur code par types de sol

Échantillon	Gare ferroviaire	Chantier naval
Nombre d'isolats	3	10
Code des isolats	S <sub>1</sub> G, S <sub>2</sub> G, S <sub>3</sub> G	S1CN, S2CN, S3CN, S4CN, S5CN, S6CN, S7CN, S8CN, S9CN, S10CN

### 3.4. Caractérisation des isolats

#### 3.4.1. Bactéries gram+

Le tableau 2 montre que les isolats S1CN, S2CN, S5CN, S8CN, S9CN et S10CN obtenus du sol du chantier naval sont gram+. Tous les isolats ont des colonies de forme circulaire, de couleur beige excepté la colonie de l'isolat S2CN. Les cellules bactériennes sont mobiles et en forme de bâtonnet. Les tests biochimiques indiquent que ces bactéries sont catalase + et ils produisant des spores. Cependant, seul l'isolat S8CN est oxydase -. Ils se sont tous développés sur milieu Mossel, un milieu spécifique pour les

bactéries du genre *Bacillus*. Seuls les isolats S2CN et S5CN ont été capables d'hydrolyser la lécithine. Par contre, seuls les isolats S1CN et S8CN ont une protéinase. L'assimilation des substrats carbonés testés varie d'un isolat à l'autre. Le mannitol a été utilisé seulement par les isolats S1CN et S2CN. L'arabinose et le galactose ont été consommés par les isolats S5CN, S9CN et S10CN. Le sorbitol a été utilisé uniquement par S2CN. Aucun isolat n'a utilisé l'inositol. Le saccharose a été consommé par tous les isolats excepté l'isolat S8CN. Enfin, le glucose a été utilisé par tous les isolats.

**Tableau 2.** Caractéristiques des isolats gram+ du chantier naval

Paramètres	S <sub>1</sub> CN	S <sub>2</sub> CN	S <sub>5</sub> CN	S <sub>8</sub> CN	S <sub>9</sub> CN	S <sub>10</sub> CN
Couleur	Beige	Blanchâtre	Beige	Beige	Beige	Beige
Forme colonie	Circulaire	Circulaire	Circulaire	Circulaire	Circulaire	Circulaire
Forme cellulaire	Bâtonnet	Bâtonnet	Bâtonnet	Bâtonnet	Bâtonnet	Bâtonnet
Mobilité	Mobile	Mobile	Mobile	Mobile	Mobile	Mobile
Gram	+	+	+	+	+	+
Catalase	+	+	+	+	+	+
Oxydase	+	+	+	-	+	+
Sporulation	+	+	+	+	+	+
Croissance en milieu Mossel	+	+	+	+	+	+
Lecithinase	-	+	+	-	-	-
Protéinase	+	-	-	+	-	-
Mannitol	+	-	-	-	+	-
Ara	-	-	+	-	+	+
Sor	-	+	-	-	-	-
Ino	-	-	-	-	-	-
Gal	+	-	+	-	+	+
Sac	+	+	+	-	+	+
Glu	+	+	+	+	+	+

### 3.4.2. Bactéries gram-

Les caractéristiques des isolats gram- du sol du Chantier Naval sont montrées dans le tableau 3. Les colonies sont toutes de forme circulaire à l'exception de l'isolat S<sub>7</sub>CN qui est arborescent. Les isolats S<sub>3</sub>CN, S<sub>4</sub>CN, S<sub>6</sub>CN, S<sub>7</sub>CN sont respectivement de couleur orange, verdâtre, jaunâtre et beige. Les cellules bactériennes de tous ces isolats sont mobiles et en forme de bâtonnet. Les isolats S<sub>3</sub>CN, S<sub>4</sub>CN, S<sub>6</sub>CN, S<sub>7</sub>CN sont catalase+ excepté l'isolat S<sub>6</sub>CN qui a été testé négatif. Par ailleurs, seuls les isolats S<sub>3</sub>CN et S<sub>7</sub>CN n'indiquent pas la présence d'un cytochrome oxydase.

Le test enzymatique ONPG, LDC, ODC, H<sub>2</sub>S, URE, et VP ont été négatifs pour tous les isolats. Par contre, ceux de CIT et TDA sont positifs pour tous ces isolats. Pour l'ADH, seuls les isolats S<sub>4</sub>CN et S<sub>6</sub>CN ont réagi positivement à ces tests. Le test GEL a été positif pour tous les isolats excepté l'isolat S<sub>4</sub>CN. Enfin, les substrats MAN, INO, SOR, RHA, SAC, MEL, AMY, ARA, ont été assimilés que par l'isolat S<sub>7</sub>CN. Le glucose n'a été utilisé que par S<sub>6</sub>CN.

Les isolats sélectionnés du consortium de la gare S<sub>1</sub>G, S<sub>2</sub>G et S<sub>3</sub>G sont respectivement de couleur beige, beige avec

auréole claire et bleu vert (Tableau 4). Le diamètre est variable selon l'isolat. Les cellules se présentent sous forme de bâtonnet, mobiles et à gram -. Elles sont toutes oxydase +, seul l'isolat S<sub>2</sub>G est catalase-. Les tests GEL, VP, URE et H<sub>2</sub>S ont été négatif pour les deux isolats S<sub>1</sub>G et S<sub>3</sub>G. Cependant, l'isolat

S<sub>3</sub>G a une activité ADH et CIT positive tandis l'isolat S<sub>2</sub>G a donné une réaction positive avec ONPG, LDC et ODC. L'isolat S<sub>3</sub>G n'a utiliser aucun substrat carboné testé par contre l'isolat S<sub>2</sub>G n'a pas pu utiliser les substrats INO et AMY.

**Tableau 3.** Caractérisation des bactéries gram - isolées du sol du chantier naval.

Paramètre	S <sub>3</sub> CN	S <sub>4</sub> CN	S <sub>6</sub> CN	S <sub>7</sub> CN
Couleur	Orange	Verdâtre	Jaunâtre	Beige
Forme colonie	Circulaire	Circulaire	Circulaire	Arborissante
Forme cellulaire	Bâtonnet	Bâtonnet	Bâtonnet	Bâtonnet
Mobilité	Mobile	Mobile	Mobile	Mobile
Gram	-	-	-	-
Catalase	+	+	-	+
Oxydase	-	+	+	-
ONPG	-	-	-	-
ADH	-	+	-	-
LDC	-	-	-	-
ODC	-	-	-	-
CIT	+	+	+	+
H <sub>2</sub> S	-	-	-	-
URE	-	-	-	-
TDA	+	+	+	+
IND	?	?	?	?
VP	-	-	-	-
GEL	-	+	-	+
GLU	-	-	+	-
MAN	-	-	-	+
INO	-	-	-	+
SOR	-	-	-	+
RHA	-	-	-	+
SAC	-	-	-	+
MEL	-	-	-	+
AMY	-	-	-	+
ARA	-	-	-	+

**Tableau 4** : Caractérisation des bactéries gram - isolées du sol de la gare

Paramètres	S <sub>1</sub> G	S <sub>2</sub> G	S <sub>3</sub> G
Couleur	Beige	Beige avec auréole claire	Bleu vert
Diamètre	≥ 2mm	1mm	≤3mm
Forme de la colonie	Grosses colonies	Colonie avec auréoles	Grosses et Petites colonies
Forme cellulaire	Bâtonnet	Bâtonnet	Bâtonnet
Mobilité	Mobile	Mobile	Mobile
Gram	-	-	-
Catalase	+	-	+
Oxydase	+	+	+
ONPG	+	Nt	-
ADH	-	Nt	+
LDC	+	Nt	-
ODC	+	Nt	-
CIT	-	Nt	+
H <sub>2</sub> S	-	Nt	-
URE	-	Nt	-
TDA	+	Nt	+
IND	?	Nt	?
VP	-	Nt	-
GEL	-	Nt	-
GLU	+	Nt	-
MAN	+	Nt	-
INO	-	Nt	-
SOR	+	Nt	-
RHA	+	Nt	-
SAC	+	Nt	-
MEL	+	Nt	-
AMY	-	Nt	-
ARA	+	Nt	-

n.t = non testé

### 3.5. Identification des souches

Le tableau montre les souches identifiées par galerie API 20 E. Les bactéries

obtenues appartiennent au genre Pseudomonas, Serratia et Escherichia.

Tableau Identification par galerie API 20 E

Souche	Nom	% d'identification	Mention
S3CN	<i>Pseudomonas horyzihabitans</i>	78	Excellente identification
S4CN	<i>Pseudomonas aeruginosa</i>	98	Excellente identification
S6CN	Non identifiée par la galerie d'identification		
S7CN	<i>Serratia ficaria</i>	96,7%	Excellente identification
S1G	<i>Escherichia coli</i>	99%	Excellente identification
S3G	<i>Pseudomonas fluorescens</i>	75	Excellente identification

#### 4. DISCUSSION

L'objectif général de ce travail était d'identifier les bactéries isolées des sols pollués par les hydrocarbures et potentiellement capables de dégrader le gasoil par les consortiums de bactéries obtenus des sols pollués de la gare ferroviaire et du chantier naval de Brazzaville. A la gare et au chantier, les teneurs en HPT ont été respectivement de 355 et 175 g/kg de sol. Ces teneurs sont supérieures à la norme ISO/IEC 17025 : 2005 qui est de 100 mg/kg HT et 50 mg/kg HAP (Amina, 2017; Kaboré-Ouédraogo, et al., 2010). La différence de charge en hydrocarbures peut être dû au fait qu'à la gare le sol a été prélevé près de la station de distribution de carburant et de l'atelier de réparation des locomotives. La densité des bactéries mésophiles aérobies totales a été de  $1,01.10^7$  et  $6,83.10^6$  UFC/g de sol respectivement à la gare et au chantier naval. Lebonguy (2019) a dénombré  $1,53.10^7$  UFC/ g de sol dans le sol pollué d'une station de distribution de carburant à Pointe-Noire. Selon Akoumssi-Toumi (2009) les microorganismes dégradant les hydrocarbures augmentent après apport d'hydrocarbures dans les milieux dépourvus de contamination et leur nombre est plus

important dans les zones polluées de façon chronique.

L'identification des isolats par galerie API 20 E a permis d'obtenir les bactéries suivantes : *Pseudomonas aeruginosa*, *Pseudomonas horyzihabitans*, *Pseudomonas fluorescences*, *Escherichia coli*, *Serratia ficaria* et *Bacillus sp* et deux souches non identifiées par la galerie API. La plupart de ces souches ont été déjà identifiées dans les milieux pollués par les hydrocarbures (Lebonguy, 2019 ; Benchouk and Chibani, 2017 ; Lebonguy et al., 2017). Iturbe et al. (2015) ont isolé des sols pollués, les espèces de *Pseudomonas aeruginosa*, *Pseudomonas aeruginosa*, *Flavimonas orzyhabitans* (*Pseudomonas horyzihabitans*) et les *Bacillus brevis*, *Bacillus megaterium*, *Bacillum lichéniformes*. Liang at al. (2014) ont également identifiés une souche de *Pseudomonas sp*. JP1 des sédiments pollués du port Shantou en chine. La présence de ces espèces dans les milieux pollués est due à leur capacité à tolérer et utiliser les hydrocarbures comme source de carbone et d'énergie comme le souligne Liang et al. (2014) avec la souche de *Pseudomonas sp*. ; Benchouk and Chibani (2017) avec *Pseudomonas aeruginosa* et *Pseudomonas putida*.

En conclusion, les sols de la gare ferroviaire et du chantier naval contiennent des bactéries d'intérêt adaptées aux milieux pollués de manière chronique par les hydrocarbures. Les milieux contaminés par les hydrocarbures sont souvent co-contaminés par les métaux lourds. Les bactéries isolées et identifiées dans le présent travail pourraient servir à constituer des consortiums de microorganismes utilisables dans la bioremédiation de tels milieux.

### REMERCIEMENTS

Les auteurs remercient les chercheurs OBAMBI NGASSAI Jarry pour l'aide qu'il nous a apporté sur le terrain. Nous remercions aussi les autorités de l'Institut National de Recherche en Sciences Exactes et Naturelles pour les facilités techniques qu'elles nous ont octroyées lors des analyses des sols.

### REFERENCES

1. Agarry S.E .and Ogunleye O.O. 2012. Box-Behnken design application to study enhanced bioremediation of soil artificially contaminated with spent engine oil using biostimulation strategy. *International Journal of Energy and Environmental Engineering*, 2:3. <http://www.journal-ijeee.com/content/3/1/31>.
2. Akoumssi-Toumi S. 2009. Contribution à l'étude des boues de forage : isolement et évaluation de la capacité de quelques souches microbiennes à dégrader le gasoil. <http://dlibrary.univ-boumerdes.dz:8080/handle/123456789/109>
3. Benchouk A and Chibani A. 2017. Petroleum-hydrocarbons biodegradation by pseudomonas strains isolated from hydrocarbon-contaminated soil. *J. Fundam. Appl. Sci*, 9(2), 713-726.
4. Benchouk, A. 2017. Bioremédiation des sols pollués de pétrole par les micro-organismes indigènes et amélioration génétique de leur pouvoir. Thèse de doctorat, Université d'IBN badis mostaganem, 135p.
5. Iturbe R., et López J.2015. Bioremediation for a soil contaminated with hydrocarbons. *Petroleum and Environmental Biotechnology*, 6(2): 2-6. DOI:10.4172/2157-7463.1000208
6. Kaboré-Ouédraogo P. W., Savadogo P. W., Ouattara C. A., Savadogo A. et Traoré, A. S. 2010. Etude de la biodépollution de sols contaminés par les hydrocarbures au Burkina Faso. *J. Soc. Ouest-Afr. Chim.* 030:19-28.
7. Lebonguy, A. A. (2019). Caractérisation des microorganismes isolés d'un sol pollué par mes hydrocarbures et du gasoil d'un fond de bac. Thèse de doctorat unique, Université Marien NGouabi, 183p.
8. Lebonguy, A. A., Goma-Tchimbakala, J., Miambi, E., et Keleke S. 2017. Isolation and characterisation of petroleum product emulsifying pseudomonas strains from a generation set fuel tank. *African journal of microbiology reasearch*, 11(22): 920-926. DOI: 10.5897/AJMR2016.809
9. Yadav B.K. and Hassanizadeh M.S. 2011. An overview of biodegradation of LNAPLS in coastal (semi)- arid environment. *Water Air Soil Pollut.*,220: 225-239. DOI:10. 1007/s11270-011-0749-1
10. Yakinov M. M., Timmis K., et Golyshin P. N. 2007. Obligate oil-degrading marine bacteria. *Current Opinion in Biotechnology*, 18(3): 257-266