Revue Agrobiologia
www.agrobiologia.net
ISSN (Print): 2170-1652
e-ISSN (Online): 2507-7627

ACTIVITÉS PÉTROLIÈRES ET IMPACTS SUR LA GERMINATION DE L'ESPÈCE *HIBISCUS ASPER* : RISQUE DE CONTAMINATION DE LA CHAÎNE ALIMENTAIRE

NSIALA Gurvitch[1*], MONGENGO Cédrick[1], MUNGANGILA Gracia[1] et BIEY Emmanuel[1]

1. Laboratoire d'Ecotoxicologie, Santé des écosystèmes, Département des Science de l'Environnement, Faculté des Sciences, Université de Kinshasa, B.P 190, Kin XI R.D. Congo

Reçu le 17/08/2023, Révisé le 03/12/2023, Accepté le 10/12/2023

Résumé

Description du sujet : les activités d'exploitation pétrolière affectent la qualité des sols agricoles de Muanda et exposent les consommateurs des légumes au risque d'intoxication chimique via la chaîne alimentaire.
Objectifs : Le but de ce travail, est d'analyser la toxicité des sols des villages Kinkazi, Kitombe et Thiende à Muanda vis-à-vis du spécimen *Hibiscus asper* (une des espèces maraîchères les plus cultivées dans le territoire de Muanda).
Méthodes : Les échantillons de sol prélevés dans les sites agricoles ont été placés dans les boites de pétri puis humidifiés. Le test écotoxicologique est réalisé au laboratoire avec par la germination du spécimen *Hibiscus asper* suivant les procédures standards.
Résultats : Les résultats obtenus ont montré que l'indice de germination du spécimen *Hibiscus asper* sur ces sols contaminés est en moyenne 58,7% et la dose inhibitrice (DI_{50}) correspondante oscillent entre 26,25 et 36 g/g indiquant la toxicité de ces sols vis-à-vis de l'espèce *Hibiscus asper.*
Conclusion : L'exploitation pétrolière exercée dans le territoire de Muanda entraîne la dégradation de la qualité des terres agricoles. L'impact écotoxicologique sur l'espèce *Hibiscus asper* expose les consommateurs de ce légume au risque d'intoxication chimique à travers la chaîne alimentaire du fait de la bioconcentration des polluants organiques dans les tissus des plantes.
Mots clés : exploitation pétrolière ; impacts écotoxicologiques ; h*ibiscus asper* ; intoxication chimique ; chaîne alimentaire.

OIL ACTIVITIES AND IMPACTS ON GERMINATION OF THE *HIBISCUS ASPER* SPECIES: RISK OF CONTAMINATION OF THE FOOD CHAIN

Abstract

Description of the subject: Oil exploitation activities affect the quality of agricultural soils in Muanda and expose vegetable consumers to the risk of chemical poisoning through the food chain.
Objective: The purpose of this work is to analyze the toxicity of soils in the villages of Kinkazi, Kitombe, and Thiende in Muanda with respect to the Hibiscus asper specimen (one of the most cultivated vegetable species in the Muanda territory).
Methods: Soil samples taken from agricultural sites were placed in petri dishes and then moistened. The ecotoxicological test is carried out in the laboratory by germinating the *Hibiscus asper* specimen according to standard procedures.
Results: The results obtained showed that the germination index of the Hibiscus asper specimen on these contaminated soils is on average 58.7%, and the corresponding inhibitory dose (ID_{50}) oscillates between 26.25 and 36 g/g, indicating the toxicity of these soils with respect to the *Hibiscus asper* species.
Conclusion: Oil exploitation carried out in the Muanda territory leads to the degradation of the quality of agricultural lands. The ecotoxicological impact on the *Hibiscus asper* species exposes consumers of this vegetable to the risk of chemical poisoning through the food chain due to bioconcentration of organic pollutants in plant tissues.
Keywords: oil exploitation ; ecotoxicological impacts ; *Hibiscus asper ;* chemical poisoning ; food chain.

* Auteur correspondant: Nsiala Gurvitch, E-mail: gurvitchnsiala@gmail.com

INTRODUCTION

L'extraction du pétrole est une activité stratégique pour les économies de nombreux pays, mais son histoire en Afrique est jalonnée des problèmes identifiés par le Rapport d´Evaluation des Industries Extractives (EIR) qui a souligné les dommages en termes d'impacts environnementaux et sociaux négatifs associés à cette activité [1, 2].

Cette exploitation des réserves pétrolières n'a fait qu'augmenter depuis le début du 20e siècle. Toutes les activités liées à cette exploitation, notamment l'extraction, le transport et l'utilisation du pétrole entraînent la dégradation des écosystèmes à cause des phénomènes de pollution de l'environnement et influencent l'équilibre écologique étant donné que ces activités sont source d'énormes quantités des déchets [3]. En effet, les résidus souvent rejetés dans les écosystèmes récepteurs (milieux naturels), présentent généralement un caractère polluant ; ils sont de nature liquide, solide ou des gaz nocifs produits à des teneurs très élevées [4].

Les communautés locales des villages Kinkazi, Kitombe et Tshiende ont exprimé des préoccupations, des plaintes et des inquiétudes quant aux effets souvent néfastes de l'extraction du pétrole particulièrement sur le rendement agricole et la santé de la population [5-7].

MATÉRIEL ET MÉTHODES

1. Description des milieux d'étude

Les villages Kinkazi, Kintombe et Tshiende figurent parmi les villages du territoire de Muanda voués aux activités pétrolières. Ils regorgent des stations d'extraction et d'infrastructures pétrolières çà et là (Fig. 1a et b). Les activités aussi bien d'extraction, de production que de transport de pétrole s'y exercent à grande échelle alors que, d'un autre côté, le maraîchage, l'élevage, etc demeurent les principales activités de la population dans ces zones vouées aux activités pétrolières. Plus d'une dizaine de stations d'extraction et puits de pétrole sont comptés dans chaque kilomètre carré, tandis que les pipelines sont omniprésents, traversant les champs agricoles et les habitations.

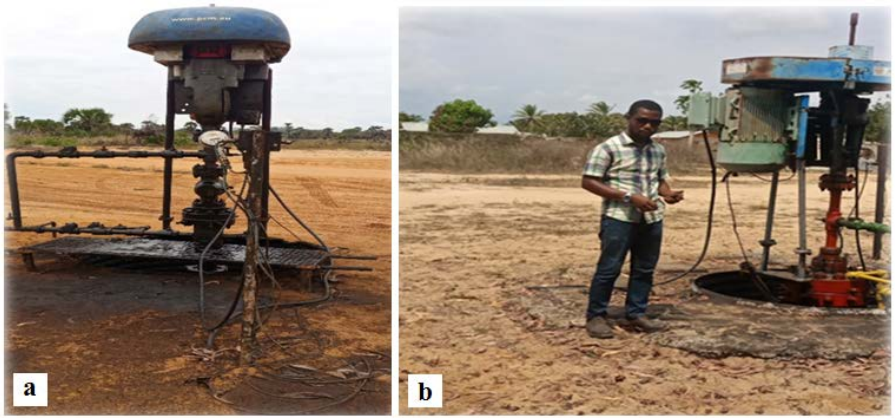

Figure 1 : (a) Fuites de brut du pétrole et (b) déversements de boue autour des puits d'extraction (Photos prises par Nsiala, le 21/11/2022).

2. Échantillonnage des sols

Les sols destinés aux bio-tests ont été prélevés dans les différents sites agricoles à proximité des villages Kinkazi, Kitombe et Tshiende dans le territoire de Muanda. Selon la stratégie décrite par Nyolo et *al.* [3] Nsambu et *al.* [8], l'échantillonnage s'est fait à l'aide d'une tarière en acier, placés dans les bouteilles en verres teintés de 1 kg préalablement stérilisés, ensuite conservés dans une glacière avec accumulateurs maintenant la température autour de 4°C, puis orientés au laboratoire pour des fins d'analyses.

Les spécimens tests étaient récoltés dans une capsule contenant 42 semences au jardin expérimental du département des Sciences Agronomiques à l'Université de Kinshasa.

3. Matériel végétal

Nous avons choisi pour ce travail une espèce de légume du genre Hibiscus : *Hibiscus asper* car elle est abondante et figure parmi les légumes les plus consommés dans la région de Muanda. Notre étude a été réalisée sur des échantillons de l'espèce provenant d'un verger à Muanda chez une maraîchère durant le mois de janvier.

4. Test de germination

Dix kilogrammes de sols contaminés pollués prélevés dans les voisinages des installations pétrolières à Muanda ont constitué la base à partir de laquelle les mélanges ont été préparés avec une matrice de dilution, sol naturel, préconisée dans la norme [9]. Dix individus d'*Hibiscus asper* ont été placés dans chaque pot suivant le modèle repris dans le dispositif expérimental installé (Tableau 1). Chaque concentration était reprise cinq fois. Les manifestations ci-après étaient observées : émergence de la radicule, allongement de la tigelle, pourriture de la semence. Nous avons ensuite mis 3 fois dix semences d'*Hibiscus asper* dans chaque mélange (concentration) soit 30 graines par concentration ; ce qui nous a permis de les observer pendant 7 jours selon le test de toxicité d'inhibition de la germination des semences par une matrice potentiellement polluée [10]. Ensuite nous avons observé chaque jour les manifestations l'émergence de la radicule de semences après l'arrosage.

Tableau 1 : Dispositif expérimental pour le test de toxicité aigüe

Concentration (%)	Observation d'*Hibiscus asper* (Oseille de Guinée/Ngayi Ngayi)					
	Échantillon de sol					
	Dispositif Principal	Première répétition	Deuxième répétition	Troisième répétition	Quatrième répétition	Cinquième répétition
100	●	●	●	●	●	●
75	●	●	●	●	●	●
50	●	●	●	●	●	●
25	●	●	●	●	●	●
0	●	●	●	●	●	●

100 % = 100 % de sol pollué + 0 % de sol non pollué ; **75 %** = 75 % de sol pollué + 15 % de sol non pollué ; **50 %** = 50 % de sol pollué + 50 % de sol non pollué ; **25 %** = 25 % de sol pollué + 75 % de sol non pollué ; **0 %** = 0 % de sol pollué + 100 % de sol non pollué.

4.1. Calcul de l'indice de germination

Après 7 jours, les graines germées étaient comptabilisées, réduit à cinq dans les différents mélanges, pour déterminer l'indice de germination suivant la démarche ci-après :

$$\textit{Indice de germination} = \frac{\textit{Nombre total de graines germées}}{\textit{Nombre total de graines non germées}} x\ 100$$

4.2. Détermination de la dose inhibitrice

La dose inhibitrice est calculée (DI_{50}) à l'aide de l'équation de Karber et Behrens [11]. Cette méthode est utilisée dans le cadre de cette étude pour déterminer la limite à partir de laquelle ces sols deviendraient susceptibles d'entraîner des effets toxiques sur les légumes, c'est-à-dire évaluer le niveau (degré) de toxicité de ces sols dans ces six sites d'études. $\mathbf{DI_{50}} = \mathbf{DI_{100}} - \frac{\Sigma(ab)}{n}$. Avec **n** = moyenne de graines par lot ; **a** = moyenne d'inhibition entre les doses ; **b** = différence entre deux doses successives.

RÉSULTATS

1. Toxicité aigüe des sols du village Kinkazi à Muanda vis-à-vis de l'espèce Hibiscus asper

Le constat fait sur les sols du village Kinkazi révèle dans leur concentration brute (100 % de sol potentiellement pollué) 30% de germination des semences d'*Hibiscus asper*, suivi des concentrations de 75% et 50% avec respectivement 40% et 50% de germination, puis les concentrations de 25% et 0 % (sol témoin) dont 70% et 100% de germination ont été observés dans chacune des concentrations respectives (Tableau 2).

2. Toxicité aigüe des sols du village Kitombe à Muanda vis-à-vis de l'espèce Hibiscus asper

Le constat fait sur les sols du village Kitombe révèle dans leur concentration brute (100 % de sol potentiellement pollué) 20% de germination des semences d'*Hibiscus asper*, suivi des concentrations de 75% et 50% avec respectivement 20% et 30% de germination, puis les concentrations de 25% et 0 % (sol témoin) dont 60% et 80% de germination ont été observés dans chacune des concentrations respectives (Tableau 3

Tableau 2 : Nombre et pourcentage de graines germées d'*Hibiscus asper* sur les sols du village Kinkazi à Muanda

Concentration sol pollué (%)	Observation							Total	% germination	% non germination
	Jour 1	Jour 2	Jour 3	Jour 4	Jour 5	Jour 6	Jour 7			
100	0	0	2	1	0	0	0	3	30	70
75	0	0	2	1	1	0	0	4	40	60
50	0	0	3	1	1	0	0	5	50	50
25	0	0	3	1	2	1	0	7	70	30
0	0	0	7	1	2	0	0	10	100	0
Total								29	58	42

L'indice de germination est de 58% alors que les résultats de la DI_{50} révèlent une valeur autour de 30 g/g (Fig. 2). L'indice de germination est de 42% alors que les résultats de la DI_{50} révèlent une valeur autour de 19,7 g/g (Fig. 3).

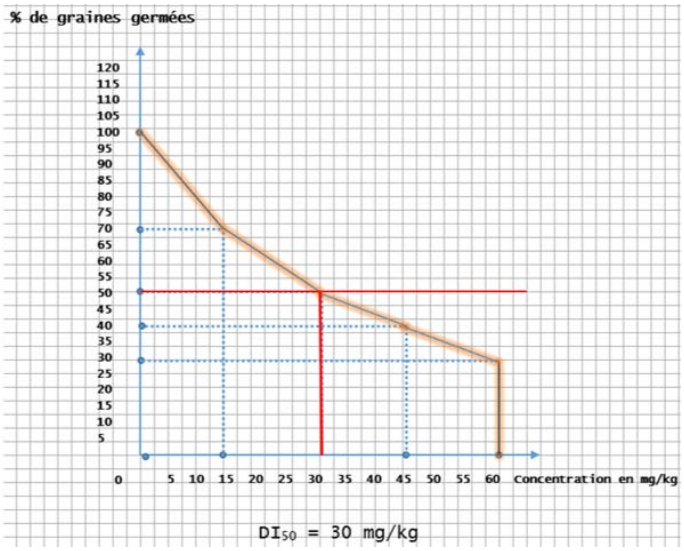

Figure 2 : Dose inhibitrice (DI_{50}) des sols pollués du village Kinkazi

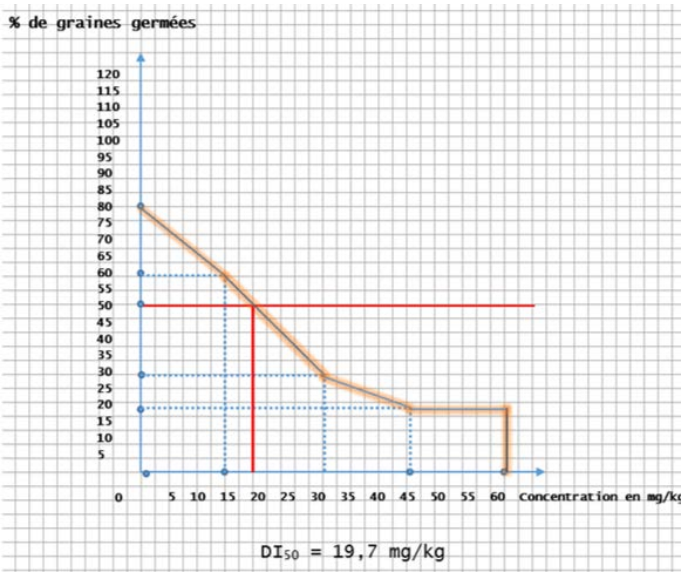

Figure 3 : Dose inhibitrice (DI_{50}) des sols pollués du village Kitombe

Tableau 3 : Nombre et pourcentage de graines germées d'*Hibiscus asper* sur les sols du village Kitombe à Muanda

Concentration sol pollué (%)	Observation							Total	% germination	% non germination
	Jour 1	Jour 2	Jour 3	Jour 4	Jour 5	Jour 6	Jour 7			
100	0	0	1	1	0	0	0	2	20	80
75	0	0	0	2	0	0	0	2	20	80
50	0	0	3	0	0	0	0	3	30	70
25	0	0	5	1	0	0	0	6	60	40
0	0	0	6	1	1	0	0	8	80	20
Total								21	42	58

3.2. Toxicité aigüe des sols du village Tshiende à Muanda vis-à-vis de l'espèce Hibiscus asper

Le constat fait sur les sols du village Kitombe révèle dans leur concentration brute (100 % de sol potentiellement pollué) 40% de germination des semences d'*Hibiscus asper*, suivi des concentrations de 75% et 50% avec respectivement 40% et 50% de germination, puis les concentrations de 25% et 0 % (sol témoin) dont 80% et 100% de germination ont été observés dans chacune des concentrations respectives (Tableau 4).

L'indice de germination est de 62% alors que les résultats de la DI_{50} révèlent une valeur autour de 30,4 g/g (Fig. 4).

Tableau 4 : Nombre et pourcentage de graines germées d'*Hibiscus asper* sur les sols du village Tshiende à Muanda

Concentration sol pollué (%)	Observation							Total	% germination	% non germination
	Jour 1	Jour 2	Jour 3	Jour 4	Jour 5	Jour 6	Jour 7			
100	0	0	1	2	1	0	0	4	40	60
75	0	0	2	1	1	0	0	4	40	60
50	0	0	2	3	0	0	0	5	50	50
25	0	0	3	3	1	1	0	8	80	20
0	0	0	9	1	0	0	0	10	100	0
Total								31	62	38

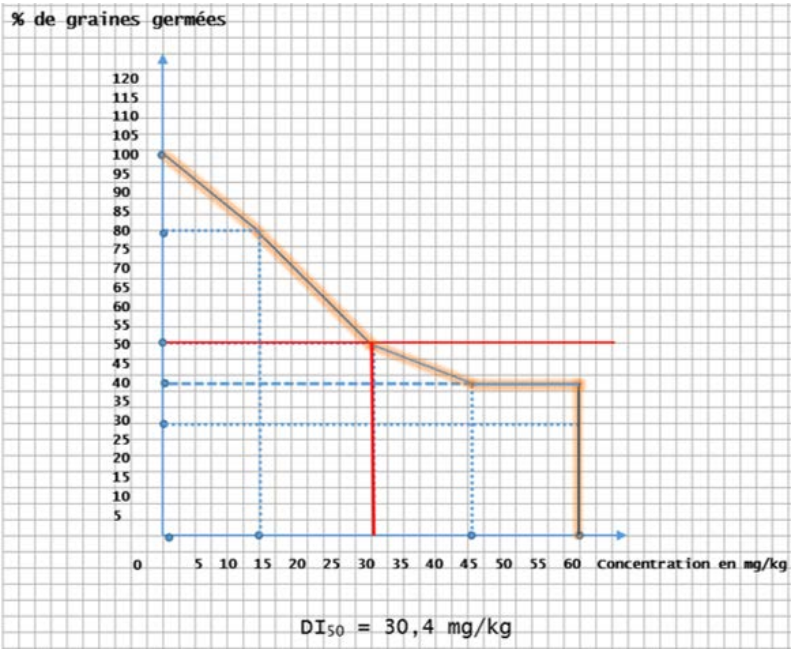

Figure 4 : Dose inhibitrice (DI_{50}) des sols pollués du village Tshiende

DISCUSSION

La présente étude s'est basée sur la description du phénomène relatif à la pollution des sols des villages Kinkazi, Kitombe et Tshiende dans le territoire de Muanda dans la province du Kongo Central par les hydrocarbures (produits pétroliers) qui y sont entreposés/stockés depuis un certain nombre d'années (plus de quarante ans) et qui l'ont altéré.

Il résulte des nombreuses prospections réalisées sur terrain les constats organoleptiques tels que : la couleur noirâtre, l'odeur prononcée, les caractéristiques huileuses de sols. Ces constats ont permis de formuler les hypothèses sur un éventuel risque de pollution des sols de plusieurs sites dans différents villages du territoire de Muanda en République Démocratique du Congo, notamment le village Kinkazi, Kitombe et Tshiende. Afin d'évaluer ce risque, les tests écotoxicologiques sur quelques échantillons de sol prélevés dans ces sites.

Les résultats obtenus sur la dose inhibitrice (DI_{50}) oscillent entre 19,7 et 30,4 mg/kg indiquant la toxicité de ces sols aux semences d'*Hibiscus asper*.

Les résultats de l'indice de germination obtenus vont de 42% à 68 %, avec une moyenne autour de 54% de graines germées. Nos résultats sont différents de ceux de Bacchetta et *al.* [12], ayant trouvé un indice de germination autour de 19% dans un sol pollué. Également, les résultats trouvés par Aouci & Kanoun [13] dont l'étude, réalisée en République Algérienne Démocratique et Populaire, a montré que la germination des semences de *P. lentiscus* n'a pas été affectée, probablement à cause de la prolifération des microorganismes aptes à la dégradation des hydrocarbures. Par ailleurs, une autre étude conduite par Mohsenzadeh et *al.* [14], réalisée en République Islamique d'Iran, a montré que huit (8) espèces végétales : *Polygonum aviculare*, *Centureae virgata*, *Carthamus onyacantha*, *Alhaji cameleron*,

Glycyrrhiza glabra, *Poa sp*., *Lactuca serriola* et *Hordeum bulbosum* poussaient sur les sites contaminés et le test de germination a montré que toutes les plantes étudiées sont capables de survivre dans des sols contaminés par le pétrole. Selon les résultats obtenus dans cette étude, il apparait que la germination n'a pas été affectée par la pollution par les hydrocarbures, bien que les indices de germination ne soient pas si intéressants. Cela pourrait être expliqué par la résistance des graines de cette espèce face à ce type de pollution pétrolière.

Par ailleurs, dans l'ensemble le taux de germination obtenu dans la concentration brute va de 20% à 40%, cela pourrait être dû par les déchets des hydrocarbures qui empêchaient l'infiltration de l'eau dans les sols. Ces hydrocarbures conditionnent la réserve d'eau dans le sol qui est un élément préliminaire pour le déclanchement du processus de germination.

Cependant, le fait que les graines aient germé pose un autre problème au point de vue environnemental. Car à part l'impact causé sur l'équilibre des sols comme écosystèmes récepteurs, ce problème va au-delà et pourrait toucher l'homme via l'intoxication de la chaine alimentaire. En effet, d'après l'étude de Parus et *al.* [15], lors d'un déversement des hydrocarbures dans les sols, ces derniers ne migrent pas à travers les profils du sol en raison de leurs propriétés hydrophobes. Mais ils sont maintenus à la surface et dans la zone d'enracinement de la plupart de plantes. Ainsi les cultures peuvent assimiler les polluants par leur système racinaire.

De ce fait, le risque d'une intoxication alimentaire sera d'autant plus grand que la consommation des légumes cultivés sur ces sols contaminés est permanente. D'après Azadeh et *al.* [16], les hydrocarbures pourraient pénétrer à travers les membranes cellulaires d'une plante et entraîner leurs accumulations dans une ou plusieurs de ses parties. Alors, les composés hydrophobes vont passer directement dans les cellules par diffusion passive au travers des membranes.

Selon Serra [17], les molécules plus polaires peuvent être absorbées de manière passive ou active via les flux d'eau, et être transportées dans le xylème ou le phloème. C'est ce qui conduit à la bioaccumulation des polluants et représente pour les communautés locales dans le territoire de Muanda, un risque d'intoxication alimentaire car ces sols pollués sont premièrement destinés à l'agriculture.

Deuxièmement, *Hibiscus asper* figure parmi les espèces les plus disponibles et les plus cultivées dans la région de Muanda.

CONCLUSION

Cette étude a permis d'évaluer le niveau de toxicité des sols des villages Kinkazi, Kitombe et Tshiende dans le territoire de Muanda en République Démocratique du Congo. Au regard des résultats obtenus, il ressort que cet environnement présente un risque d'intoxication chimique à travers la chaine alimentaire en raison de la pollution observée dans différents sites agricoles de la place. Bien que ces sols pollués n'exercent pas de toxicité immédiate sur la germination des semences, mais ces polluants peuvent être accumulés par les plantes et entrainer une réaction toxique chez les futurs consommateurs de ces légumes.

RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES

[1]. Kloff S., **Wicks C. (2021).** Gestion environnementale de l'exploitation de pétrole offshore et du transport maritime pétrolier Gestion environnementale de l'exploitation de pétrole offshore et du transport maritime pétrolier. Le Programme Régional de Conservation de la zone côtière et Marine en Afrique de l'ouest (PRCM). pp 82.

[2]. Ondontshia N.J., Deko O.B., Bukasa M.L., Mbudi D.S., Mawa T.R., Kalay K.J.P., Molodi E.E.R., Kalonji L.G., Seki L.R., Wetshondo O.D. (2019). Impacts socioéconomiques et environnementaux de l'extraction du pétrole à Muanda en République Démocratique du Congo. *Revue Africaine d'Environnement et d'Agriculture*; 2(2), 32-38. http://www.rafea-congo.com, Dépôt légal: JL 3.01807-57259.

[3]. Nyolo L.J.M., Koy K.R., Mawa T.R., Biey M.E. (2021). Bioremédiation des Boues ex-Réservoirs des Raffineries de Pétrole. Congo Sciences Journal en ligne de l'ACASTI et du CEDESURK ACASTI and CEDESURK Online Journal ISSN: 2410-4299, an International Journal. VOLUME 9| NUMBER 1 | MARCH 2021.

[4]. Manisalidis I., Stavropoulou E., Stavropoulos A., Bezirtzoglou. (2020). Environmental and health impacts of air pollution: *À Review. Front. Public Health* 8:14. DOI: 10.3389/fpubh.2020.00014.

[5]. Kundu B., Bakulu J. (2008). *Le Pétrole de Moanda au Bas – Congo : Qui en Bénéficie* ? SARW. pp 29.

[6]. Mingashanga K.A. (2009). Impact de l'exploitation pétrolière sur la santé des populations locales et de l'environnement à Muanda. Cas de la firme Perenco, Coordination nationale Réseau Ressources Naturelles (RRN), Plate – Forme de Monitoring et de Gouvernance, Coordination nationale, Programme " Mines et Hydrocarbures '', Kinshasa, pp 17.

[7]. Vambi N., Subi M.O., Tasi M.J.P. (2018). Ruée vers les ressources halieutiques dans le Parc Marin des Mangroves à Muanda en République Démocratique du Congo. *Revue Africaine d'Environnement et d'Agriculture*, 1(2), 21-28.

[8]. Nsambu M.P., Kiteba S., Musibono D., Mputu J.N. (2020). Physicochemical characterization of the soils and sediments of nine rivers draining the FIZI gold panning areas in South Kivu : environmental impact study. *International Journal of Engineering Sciences (IJEAS)*, 7(5):24, DOI:10.31873/IJEAS.7.05.10

[9]. AFNOR X 31-202. (1986). *Qualité des sols – Essai d'inhibition de la croissance des végétaux par une substance*. Normes nationales et documents normatifs nationaux. 7p.

[10]. ISO 11269 – 2, (2006). Qualité du sol — Détermination des effets des polluants sur la flore du sol — Partie 2: Effets des sols contaminés sur l'émergence et la croissance des végétaux supérieurs.

[11]. Nene B.S., Traore F., Zahoui O., Soro t. (2008). Composition chimique d'un extrait aqueux de bridelia ferruginea benth. (euphorbiaceae) et études de ses effets toxicologique et pharmacologique chez les mammifères. *Afrique Science* 4(2) 287 - 305 ISSN 1813-548X.

[12]. Bacchetta G., CAO A., Cappai G., Carucci A., Casti M., Fercia M. L., Lonis R., Mola F., (2012). A field experiment on the use of *Pistacia lentiscus L.* and *Scrophula riacanina L.* subsp. bicolor (Sibth. et Sm.) Greuter for the phytoremediation of abandoned mining areas, *Plant Biosystems - An International Journal Dealing with all Aspects of Plant Biology* 146(4):1054-1063

[13]. Aouci N. Kanoun S. (2020). Effet de la pollution du sol aux hydrocarbures sur la germination, le taux de survie et la croissance de *Pistacia lentiscus* L". [Mémoire de Master], Tizi Ouzou, Université Mouloud Mammeri, Faculté Sciences Biologiques et des Sciences Agronomiques, pp 98.

[14]. Mohsenzadeh F., Naseri S., Mesdaghinia A., Nabizadeh R., Chehregani A., Zafari D., (2009). Identification of Petroleum Resistant Plants and Rhizospheral Fungi for Phytoremediation of Petroleum Contaminated Soils. *Journal of the Japan Petroleum Institute*, 52(4): 198-204.

[15]. Parus A., Szulc P., Zbytek Z. (2017). Effect of petroleum derivatives contaminated soil on germination and early growth of chosen plants. *Journal of Research and Applications in Agricultural Engineering* ; 62(4): 70-74.

[16]. Azadeh V., Panahpour E., Mirzaee B.M.H. (2013). Phytoremediation, a Method for Treatment of Petroleum Hydrocarbon Contaminated Soils. *International Journal of Farming and Allied Sciences* ; 2 (21): 909-913.

[17]. Serra A.A. (2015). Réponses écophysiologiques et moléculaires des plantes aux stress xénobiotiques complexes de faible intensité : implications dans les capacités de protection environnementale des bandes enherbées. Thèse doctorat. Université RENNES, 2015 ; pp 306.