

Université de Lubumbashi

*Faculté de Médecine, Unité de Toxicologie et Environnement, Ecole de Santé
Publique*

**EVALUATION DE L'IMPACT DE L'EXTRACTION DU PETROLE SUR LA
SANTE PUBLIQUE DANS LE TERRITOIRE DE MUANDA EN
REPUBLIQUE DEMOCRATIQUE DU CONGO**

Par :

- *Prof. Dr. Célestin Banza Lubaba Nkulu*
- *Dr. Musa Obadia Pau et*
- *Prof Dr. Wamuini Lunkayilakio Soleil*

Novembre 2020

Remerciements

Le présent rapport a été élaboré à la suite d'une enquête qui a été menée dans le territoire de Muanda, province du Kongo Central, en République Démocratique du Congo du 03 au 07 novembre 2019, à la demande de l'Organisation Non Gouvernementale **Ressources Naturelles et Développement**, RENAD en sigle, de Muanda. L'enquête a bénéficié de l'appui financier du Centre Carter.

Nous tenons à remercier le Programme Gouvernance des Industries Extractives Centre Carter qui nous ont confié la charge de mener cette enquête. Grand merci aussi à Madame Nicole Bila, Coordinatrice de l'Organisation Non Gouvernementale RENAD, qui a réservé à notre mission d'enquête un accueil chaleureux et a facilité tous les contacts avec les autorités provinciales et locales.

Nous voudrions aussi et surtout présenter nos remerciements aux autorités de la province du Kongo Central et à celle du territoire de Muanda qui nous ont témoigné de leur soutien tout au long de l'enquête.

À tous ceux qui, de près ou de loin, ont contribué à la réalisation de cette enquête, nous disons grand merci.

Introduction

Avec ses 2.345.409 de km² de superficie, et deuxième pays d'Afrique par sa superficie après l'Algérie (2.381.741 km², la République Démocratique du Congo est considérée comme un véritable « scandale géologique » tant son sous-sol, très riche, regorge plus de 1.100 substances minérales différentes (Banque Mondiale, 2008) pour une valeur estimée à plus de 24.000 milliards de dollars américains (Mupepele, 2012 ; De Putter et al, 2012) auxquelles s'ajoutent des réserves importantes de pétrole. Cette valeur éclipse même les 18.000 milliards de la valeur totale des réserves du pétrole de l'Arabie Saoudite (De Putter et al, 2012). Premier producteur de cuivre en Afrique, premier producteur mondial du cobalt, la R.D. Congo regorge de riches gisements de coltan, d'or, de diamants, de cassitérite, de lithium, ...

La récente découverte d'importants gisements du pétrole, dont les réserves sont estimées à des milliards de barils en dessous du lac Albert, dans l'Est de la R.D. Congo, dans les parcs nationaux (Virunga et Salonga) ainsi qu'ailleurs (Ondontshia et al, 2019) constitue la preuve que les réserves géologiques et minérales de la R.D. Congo sont encore très mal connues (De Putter et al, 2012).

Plus de 90 % des exportations de la R.D. Congo concernent les matières premières (minerais et pétrole) et 40 % le sont à destination de la Chine. Ce phénomène rend l'économie du pays très dépendante des cours des matières premières sur le marché mondial (Banque Mondial, 2020). Alors que la R.D. Congo est un « **scandale géologique** », un petit nombre de sociétés privées profitent de l'exploitation des ressources du pays, tandis que les recettes publiques sont faibles et les populations locales demeurent pauvres. S'agit-il d'une richesse ou de la « **malédiction des ressources naturelles** » ? (Oxfam, 2009).

Le pétrole est exploité dans le territoire de Muanda en R.D. Congo depuis 1975 d'abord par l'américaine Chevron en collaboration avec Teikoku-Unocal et Fina et ensuite par la société britannique PERENCO Rep en 2000 ; mais, la population locale estime que cette manne ne constitue pas un levier susceptible de catalyser le développement socio-économique de la zone. Au contraire, l'extraction du pétrole génère des rejets que la population accuse d'être à la base de la pollution des eaux, de l'air, des sols, de la destruction des cultures vivrières, de la

raréfaction des ressources en espèces halieutiques et des problèmes de santé publique (CCFD, 2013 ; Ondontshia et al, 2019).

En effet, depuis ces dernières décennies, l'exploitation du pétrole dans ce territoire de la province du Kongo Central soulève des inquiétudes face aux problèmes environnementaux. La presse, la société civile, les organisations non gouvernementales et la communauté scientifique se mobilisent pour tenter de comprendre l'ampleur du problème. Les habitants de la région, relayés par des représentants politiques et des organisations non-gouvernementales, ont exprimé des préoccupations – voire des plaintes et des inquiétudes – quant aux effets de l'extraction du pétrole sur l'environnement (y compris le rendement agricole) et la santé de la (Kundu et Bakulu, 2008 ; Vambi et al, 2018 ; CEPECO, 2017 ; Mingashanga ; 2009). On a également évoqué la menace de dégradation du milieu des mangroves de l'embouchure du fleuve Congo.

Ces considérations avaient amené le pouvoir politique, à travers le Ministre de la Santé Publique de la République Démocratique du Congo, à diligenter une étude menée par des scientifiques indépendants, afin d'évaluer les effets potentiels de l'extraction pétrolière au Kongo Central sur l'environnement et la santé humaine (Banza et Nemery, 2016).

L'objectif principal de l'étude-pilote de décembre 2015 avait été d'établir le degré d'**exposition** humaine et environnementale potentiel aux polluants d'origine pétrolière et non pas d'établir leurs effets sur la santé humaine ou les écosystèmes. Le débat sur les impacts cumulés de la pollution associés aux déversements et fuites du pétrole brut, au brûlage des gaz associés et au mauvais traitement des déchets, ... n'est pas prête de s'éteindre, elle continue à défrayer la chronique d'autant plus que la « manne » supposée du pétrole ne contribue pas à sortir les habitants de Muanda de la pauvreté.

C'est dans ce contexte que l'Organisation Non Gouvernementale « **Ressources Naturelles et Développement** », RENAD en sigle, de Muanda a initié cette enquête avec l'appui financier du Centre Carter en vue d'apporter une contribution scientifique à ce débat.

L'objectif de l'enquête a été d'évaluer les impacts des activités d'extraction du pétrole sur l'environnement et la santé publique dans cette zone du pays.

Considération éthique

L'enquête a bénéficié, au préalable, de l'autorisation du Comité d'Ethique Médicale de l'Université de Lubumbashi avant la mission pour Muanda.

Mission à Muanda

Le départ de Lubumbashi pour Kinshasa est intervenu le 30 octobre 2019 à bord de l'avion de la Compagnie Congo Airways. Nous sommes allés à deux, Monsieur Rukan Kayombo Dhanis (Coordonnateur Droits Humains et Impacts Locaux du Centre Carter) et le Professeur Banza Lubaba Nkulu Célestin, au départ de Lubumbashi pour Kinshasa.

Le 1^{er} novembre 2019, nous sommes partis de Kinshasa à 7 heures 30', à bord d'une jeep Land Cruiser 4x4, pour prendre le Professeur Wamuini Lunkayilakio Soleil à Mbanza-Ngugu jusqu'à Matadi, Chef-Lieu de la Province du Kongo Central, où nous avons passé la nuit. A Matadi, nous avons été reçus par Madame Biala Nicole, Coordinatrice de l'ONG **Ressources Naturelles et Développement** (RENAD), venue de Muanda pour nous accueillir et nous présenter aux autorités de la Province.

Le samedi 02 novembre 2019, nous avions consacré toute la matinée aux des visites de courtoisie aux autorités provinciales du Congo Central ; à savoir le Gouverneur Intérimaire de Province, le Ministre Provincial de la Santé, Ministre Provincial de l'Environnement, le Ministre Provincial des Mines et Hydrocarbures et le Médecin Inspecteur Provincial de la Santé. C'est à 13 heures que nous avions quitté Matadi pour arriver à Muanda à 18 heures.

Composition de l'équipe d'enquête à Muanda

L'équipe d'enquête a été composée de la manière suivante :

1. Banza Lubaba Nkulu Célestin : Professeur Ordinaire à la Faculté de Médecine de l'Université de Lubumbashi et Directeur de l'Unité de Toxicologie et Environnement de l'Université de Lubumbashi ;
2. Rukan Kayombo Dhanis : Coordinateur Droits Humains et Impacts Locaux au Centre Carter (Lubumbashi) ;
3. Wamuini Lunkayilakio Soleil : Professeur au Département de Biologie-Chimie de l'Institut Supérieur Pédagogique de Mbanza-Ngungu ;

4. Bila Nicole : Enquêteur et Coordinatrice de l'ONG Ressources Naturelles et Développement (RENAD) de Muanda ;
5. Docteur Birhaheka Biringanine Bel-Ange, Enquêteur;
6. Yengo Sedou, Technicien de Laboratoire, Enquêteur
7. Ntotila Mayemba Naomie, Enquêteur ;
8. Seke Edgard : Enquêteur.

Activités à Muanda

1. Réunion technique de l'enquête

Le dimanche 03 novembre 2019, nous avons tenu une réunion technique avec les membres de l'ONG RENAD et les enquêteurs qui avaient été identifiés avant notre arrivée à Muanda. La procédure de l'enquête a été discutée au cours de cette réunion.

2. Visite de courtoisie aux autorités locales

Le lundi 04 novembre 2019, nous avons été respectivement reçus par l'Administrateur du Territoire, le Chef de Poste de l'Agence Nationale de Renseignements « ANR » et le Médecin Chef de Zone de Santé de Muanda.

Méthodologie de l'enquête

1. Milieu d'étude

L'enquête a été réalisée du lundi 04 novembre à jeudi 07 novembre 2019 dans les villages Kitombe, Kinkazi, Liawenda, Tshiende et le village Numéro du territoire de Muanda, dans la province du Kongo Central en République Démocratique du Congo. Ce choix a été motivé par la présence des puits de pétrole et des torchères dans ces villages.

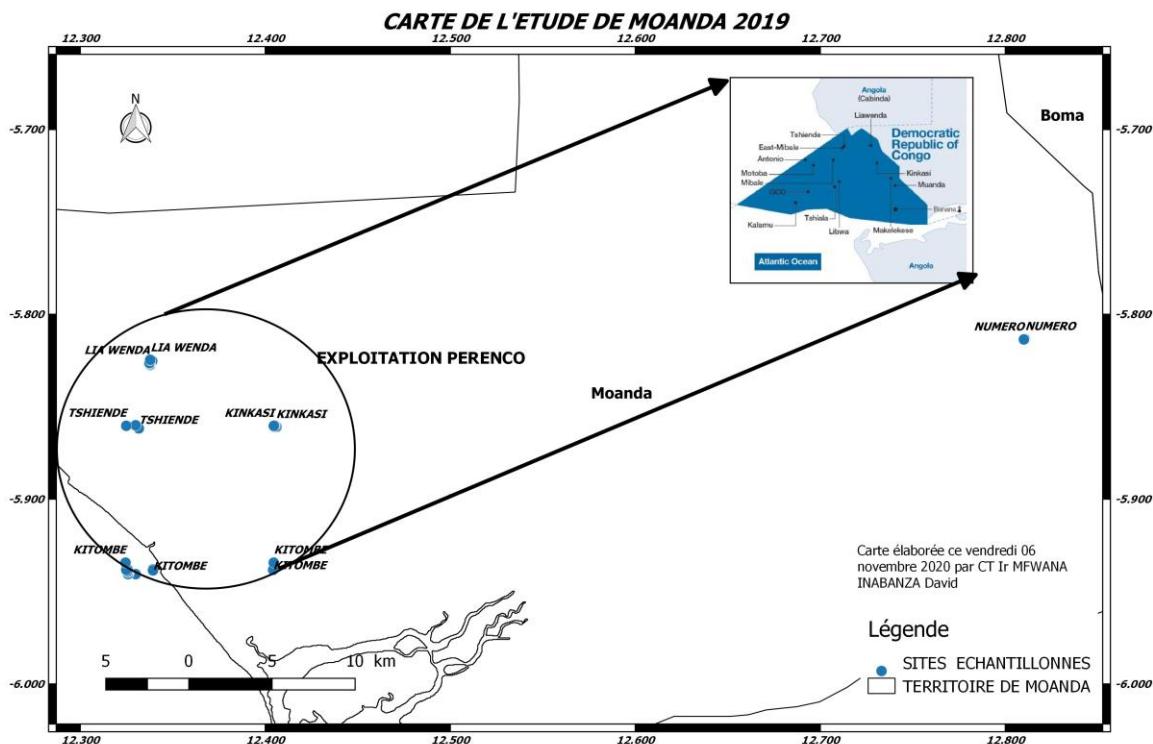


Fig. 1 : Lieux de prélèvements des échantillons

2. Entretiens avec la population

Dans chaque village, l'enquête a été précédée par l'entretien avec les autorités du village suivi de la rencontre avec les habitants du village. Au cours de l'entretien les motifs de notre mission, les autorisations de l'enquête, la procédure de l'enquête et les respects des règles d'éthique ont été clairement exposés aux participants en vue d'obtenir leurs consentements éclairés.

Notre enquête cumule l'approche épidémiologique, par interrogatoire au moyen d'un questionnaire et des prélèvements des échantillons biologiques, et l'approche psychosociale par entretiens semi-structurés pour mieux comprendre la perception subjective de l'exposition à la pollution due à l'extraction du pétrole et des risques associés au niveau de la population générale. Les entretiens ont concerné les personnes qui ont accepté de participer à l'enquête et un consentement éclairé a été obtenu d'elles avant l'entretien et les prélèvements des échantillons biologiques.

3. Interviews

Des interviews ont été accordées aux participants à l'enquête au même moment que le questionnaire qui accompagnait les prélèvements des échantillons biologiques (d'urines et de sang) et environnementaux (poissons, végétaux et sols). Le but des interviews a été de comprendre comment les habitants des villages enquêtés perçoivent la qualité de l'environnement dans lequel ils vivent. Les paramètres suivants ont été ciblés : la qualité de l'environnement (air, sol, eau), la qualité des cultures, le bien-être de la population et les problèmes de santé publique.

4. Administration du questionnaire

Un questionnaire en rapport avec des informations sur les données démographiques, la résidence, les potentielles sources d'expositions (y compris le tabagisme) et la santé a été administré en langue de chaque participant après son consentement éclairé. A la fin du questionnaire, la tension artérielle a été mesurée (deux mesures en position assise) après que le participant se soit reposé pendant au moins 5 minutes.

5. Prélèvements et conservation des échantillons d'urines

Les échantillons d'urines ont été collectés dans des flacons en polystyrène de 40 ml étiquetés au préalable au marker indélébile, gardés dans des boîtes isothermes chargées d'accumulateurs de froid, transvasés dans des microtubes puis conservés au réfrigérateur à -20 °C à la fin de chaque journée. Les échantillons de sang ont été recueillis dans des tubes vacutainers de 5 ml à l'aide des aiguilles spéciales, gardés dans des boîtes isothermes, puis conservés dans un réfrigérateur à -20 °C à la fin de la journée.

Les échantillons de végétaux ont été mis dans des enveloppes A5, conservés au réfrigérateur à +4 °C, rincés à l'eau nanodistillée, puis conservés à -30 °C au laboratoire de toxicologie de l'Université tandis que ceux de sols ont été recueillis dans des sachets minigrips et conservés au réfrigérateur à +4 °C. Les échantillons de poissons ont été traités au formol, mis dans des tubes et conservés aux réfrigérateurs à +4 °C.

Les échantillons d'urines, de sang et de poissons ont été envoyés, à la fin de l'enquête, à Lubumbashi, via Kinshasa, dans des boîtes isothermes comme bagages par un vol commercial et conservés à -30 °C au laboratoire de l'Unité de Toxicologie et Environnement, puis transférés à l'Hôpital Gasthuisberg de Leuven en Belgique où ils ont été gardés à -80 °C jusqu'à leurs analyses au laboratoire de Médecine du Travail de la KU Leuven. Les échantillons de sols et de végétaux sont encore conservés à froid au laboratoire de toxicologie de l'Université de Lubumbashi en attendant que le laboratoire dispose des équipements spécifiques de leurs prétraitements.

6. Analyses de laboratoire

Les échantillons d'urines et de sang sont analysés au laboratoire de Médecine du Travail de la Katholieke Universiteit Leuven de la Belgique. Le programme des analyses de laboratoire a été sérieusement perturbé par la COVID-19, cette pandémie meurrière qui continue à secouer le monde, si bien que certains échantillons, notamment de sang, sont encore en cours d'analyse. Ce rapport est donc préliminaire et devra être enrichi avec la fin des analyses de tous les échantillons.

Les analyses de laboratoire ont concerné principalement le dosage de l'Acide S-phénylmercapturique « SPMA » urinaire, biomarqueur clé pour mesurer l'exposition humaine à de faibles concentrations de benzène.

6.1. Dosage de l'acide S-phénylmercapturique urinaire « SPMA »

Le niveau de l'acide S-phénylmercapturique urinaire a été déterminé à l'aide de la méthode de chromatographie liquide /spectrographie de masse haute performance (LC-MS/MS) (Scheepers, 2013).

Résultats

L'enquête a été menée dans les villages Kitombe, Kinkasi, Liawenda, Tshiende, considérés comme exposés en raison de la présence des pompes d'extraction du pétrole, et dans le village Numéro situé sur l'axe de la route nationale Numéro 1 considéré comme village témoin à cause de l'absence des puits de pétrole. Les sujets inclus dans l'étude ont été sélectionnés de manière exhaustive après leur adhésion volontaire à l'enquête motivée par leurs consentements éclairés.

Les résultats de notre enquête se présentent de la manière suivante :

A. Perception de la pollution de l'environnement et risques sanitaires

a. Perception de l'eau et des milieux aquatiques

Tableau 1 : Perception de la qualité de l'eau et des milieux aquatiques

N°	Village	Problèmes environnementaux identifiés par la population locale
1	Kinkasi	<ul style="list-style-type: none">• Eau de rivières :<ul style="list-style-type: none">- Disponible, mais polluée par des déchets du pétrole ;- Ne mousse plus ;- Provoque des démangeaisons lorsqu'on l'utilise pour le bain ;- Contamine les tubercules de manioc lors de rouissage ;- Change de couleur : cas de la rivière Kikada.
2	Kitombe	<ul style="list-style-type: none">• Eau de rivières :<ul style="list-style-type: none">- Disponible, mais polluée par des fuites pétrolières de pipelines de transport du pétrole ;- Contaminée par les eaux de ruissèlement à partir des sols pollués par les activités d'extraction du pétrole ;

		<ul style="list-style-type: none"> • Nappes phréatiques : <ul style="list-style-type: none"> - Contaminées par l'enfouissement des déchets pétroliers.
3	Liawenda	<ul style="list-style-type: none"> • Eau de rivières : <ul style="list-style-type: none"> - Polluée par les activités d'extraction du pétrole.
4	Tshiende	<ul style="list-style-type: none"> • Eau de l'Océan Atlantique : <ul style="list-style-type: none"> - Fortement polluée par des rejets d'extraction du pétrole ; - Poissons et autres organismes aquatiques contaminés, avec pour conséquence la rareté des poissons et menace de la carrière de pêche.
5	Numéro	<ul style="list-style-type: none"> • Eau de rivière : <ul style="list-style-type: none"> - Bonne qualité.

b. Perception de la qualité des sols et de l'air

Tableau 2 : Perception de la qualité des sols et de l'air

N°	Village	Problèmes environnementaux identifiés par la population locale
1	Kinkasi, Kitombe, Liawenda et Tshiende	<ul style="list-style-type: none"> • Sols : <ul style="list-style-type: none"> - Contaminés par les fuites des pipelines ; - Production agricole en baisse. • Air : <ul style="list-style-type: none"> - Pollué par les fumées des torchères en activité et les gaz des torchères éteintes.
2	Numéro	<ul style="list-style-type: none"> • Sols :

		<ul style="list-style-type: none"> - Chargés des poussières du trafic routier très intense ; • Air : <ul style="list-style-type: none"> - Trop de poussières du trafic routier.
--	--	--

c. Perception des risques sanitaires

Tableau 3 : Perception des risques sanitaires

N°	Village	Problèmes sanitaires
1	Kinkasi	<ul style="list-style-type: none"> • Problèmes de santé associés à l'exposition à l'extraction du pétrole : <ul style="list-style-type: none"> - Maladies respiratoires ; - Maladies de la peau (prurit) ; - Diarrhées.
2	Kitombe	<ul style="list-style-type: none"> • Problèmes de santé associés à l'exposition à l'extraction du pétrole : <ul style="list-style-type: none"> - Maladies respiratoires ; - Cécité ; - Anémie.
3	Liawenda	<ul style="list-style-type: none"> • Problèmes de santé associés à l'exposition à l'extraction du pétrole : <ul style="list-style-type: none"> - Maladies respiratoires ; - Maladies de la peau ; - Diarrhées.
4	Tshiende	<ul style="list-style-type: none"> • Problèmes de santé associés à l'exposition à l'extraction du pétrole : <ul style="list-style-type: none"> - Maladies respiratoires ; - Diarrhées.
5	Numéro	<ul style="list-style-type: none"> • Problèmes de santé associés à l'exposition à l'extraction du pétrole :

		<ul style="list-style-type: none"> - Maladies respiratoires ; - Fièvre ; - Maux de tête.
--	--	---

L'analyse des résultats des tableaux 1, 2 et 3 laisse voir que la pollution de l'environnement dans les zones d'extraction du pétrole de Muanda constitue un réel problème de santé publique qui nécessite des grands moyens financiers et techniques pour l'appréhender. Cependant, les connaissances sur les risques sanitaires liés à l'environnement dans les zones d'extraction du pétrole demeurent encore lacunaires. Ce déficit s'explique notamment par l'absence d'études épidémiologiques approfondies à échantillons larges et représentatifs, de longue durée, avec usage des équipements spécifiques et des méthodologies appropriées qui pourraient mettre à la disposition du public des résultats sur des pathologies spécifiques bien documentées.

B. Résultats du monitoring urinaire

a. Caractéristiques de la population d'étude

Le tableau 4 regroupe les participants à l'enquête en fonction de sexes, de l'âge, du tabagisme et de la tension artérielle.

Tableau 4 : Caractéristiques de la population d'étude

Paramètres	Tous les participants (n= 148)	Village Kitombe (n= 31)	Village Kinkasi (n= 43)	Village Tshiende (n=18)	Village Liawenda (n= 38)	Village Numéro (n= 18)
<i>Age (en années) médiane (P25-P75) [écart]</i>	31,9[20,4 – 43,4]	28,3[25,6– 46,0]	30,3[13,7– 41,7]	38,3 [25,6– 46,0]	38,3[22,9– 67,6]	28,7[23,4– 39,2]
<i>Sexe féminin, n (%)</i>	75 (50,7%)	8 (25,8%)	27 (62,8%)	12 (66,7%)	18 (47,4%)	10 (55,6%)
<i>Sexe Masculin n (%)</i>	73 (49,3%)	23 (74,1%)	16 (37,2%)	6 (33,3%)	20 (52,6%)	8 (44,4%)
<i>Fumeurs, n</i>	24 (16,2%)	4 (12,9%)	4 (9,3%)	7 (38,9%)	6 (15,8%)	3 (16,6%)
Tension artérielle (Moyenne± Dvs)						
<i>Systolique</i>	133±20	134±17	131±22	129±17	135±21	132±18
<i>Diastolique</i>	80±13	80±13	80±16	77±11	81±11	78±9

Ainsi qu'en témoigne les résultats présentés dans le tableau 4, l'enquête a concerné une population non professionnellement exposée constituée de 148 participants volontaires, dont 73 femmes et 75 hommes, parmi lesquels 24 ont été fumeurs. La tension artérielle a été globalement normale variant entre 133±20 au systole et 80±13 aux diastoles.

Toutes les personnes incluses dans l'étude avaient donné leurs consentements éclairés pour participer à l'enquête et avaient accepté les prélèvements de leurs urines pour des analyses de laboratoire.

b. Dosage de l'acide S-phénylmercapturique urinaire

L'acide S-phénylmercapturique, métabolite du benzène, dont les concentrations urinaires reflètent celles du benzène dans l'atmosphère a été dosé dans les échantillons d'urines prélevés auprès des participants. Le choix de ce métabolite a été motivé par le fait qu'il est très sensible, plus spécifique de l'exposition au benzène et détectables même pour des faibles expositions (Host, 2010).

Les résultats sont présentés dans le tableau 5.

Tableau 5 : Concentrations urinaires de l'acide S-phénylmercapturique « SPMA » (en µg / g de créatinine)

Sites	N	25 Pct	Geaomean	75Pct	LOQ
Tous les participants	75	0,40	1,37	1,41	0,1 µg/L
Village Kitombe	14	0,40	0,72	1,33	0,1 µg/L
Villages Kinkasi et Tshiende	24	0,29	0,56	1,01	0,1 µg/L
Village Liawenda	19	0,61	0,85	1,43	0,1 µg/L
Village Numéro (Zone témoin)	18	0,42	1,10	2,64	0,1 µg/L
Exposés (Kitombe, Kinkazi + Tshiende, Liawenda)	57	0,40	0,72	1,33	0,1 µg/L
Sexe féminin,	39	0,37	0,77	1,40	0,1 µg/L
Sexe masculin	36	0,40	0,76	1,35	0,1 µg/L
Fumeurs	14	0,40	0,75	1,37	0,1 µg/L

Les résultats du biomonitoring d'exposition au benzène obtenus par le dosage de l'**acide S-phénylmercapturique** dans la présente étude, ont montré des concentrations moyennes (moyennes géométriques) élevées comparativement aux valeurs moyennes d'une population générale qui ont été décrites dans une

étude en Italie (**Giovanna Tranfo et al,2018**). Les concentrations urinaires moyennes de l'acide S-phénylmercapturique obtenues dans les différents sites de prélèvements sont certes globalement supérieures à celles obtenues dans une étude en Italie (Giovanna Tranfo et al,2018) reflétant ainsi une exposition environnementale aux hydrocarbures. Paradoxalement, les valeurs obtenues dans la zone témoin (village Numéro) sont substantiellement plus élevées que celles de la zone (Villages Kitombe, Kinkasi, Liawenda, Tshiende) où l'extraction du pétrole est active. Les maisons d'habitation du village Numéro, considéré dans notre étude comme non exposé, sont en général situées à moins de 15 mètres de la route nationale numéro 1, entre les villes de Boma et de Muanda. Ce grand axe routier, aujourd'hui bien aménagé, connaît un trafic très important des véhicules à essence et des véhicules diésel. Des concentrations de l'acide S-phénylmercapturique plus élevées retrouvées dans les échantillons d'urines prélevés chez des sujets du village Numéro pourraient être associées à l'exposition au benzène de la fumée résultant du grand trafic routier dans cette zone (Houot et al, 2015).

Conclusion

Notre enquête a été réalisée dans quatre villages du territoire de Muanda où s'effectue l'extraction du pétrole (exposé) et dans un village sans activité d'extraction du pétrole (non exposé). Elle concerne une population non professionnellement exposée mais dont l'exposition potentielle résulterait de la présence des puits de pétrole dans le village.

Bien que les connaissances de la population sur les risques sanitaires liés à la pollution de l'environnement par les activités d'extraction du pétrole soient encore lacunaires, le problème existe et devrait être davantage documenté par des études épidémiologiques de grande envergure avec des moyens financiers suffisants et des équipements appropriés.

Les résultats du dosage de l'acide S-phénylmercapturique dans des échantillons d'urines collectés auprès des participants ont montré globalement des concentrations supérieures à celles trouvées dans une étude qui a été menée en Italie. Ce qui suppose une exposition des habitants de ces villages aux fumées et vapeurs des hydrocarbures. Paradoxalement, les valeurs urinaires moyennes (moyennes géométriques) de l'acide S-phénylmercapturique trouvées dans le village sans activités d'extraction du pétrole, supposé non exposé, ont été plus élevées par rapport à celles des villages avec extraction du pétrole. Nous avons attribué ces valeurs élevées à l'exposition à la fumée des trafics routiers ; les maisons d'habitation dans ce village étant en majorité à moins de 15 mètres de la route nationale numéro 1 intensément fréquentée.

Des nouvelles pistes de recherche, notamment la mesure des gaz dans l'atmosphère, l'exploration de la fonction respiratoire, ..., s'avèrent nécessaire pour contribuer à ce débat scientifique avec des outils solides de prise de décision.

Références

- CEPECO, 2017. Rapport d'étude d'impact socioéconomique et environnemental de l'exploitation pétrolière à Muanda Rdc. Groupe des chercheurs UNIKIN (Pétrole et Gaz), pour le compte de l'Université de Kinshasa (pétrole et gaz), Inédit, 57 p.
- Airparif, 2011, La qualité de l'air en Ile-de-France en 2010. 100 p.
- Aiparif, 2011, Origine des particules en Ile-de-France. 172 p.
- Kundu B. & Bakulu di Mapianda J., 2008. Le pétrole de Muanda au Bas-congo : qui en bénéficie ? SARW, Johannesburg, 26 p.
- Atangana S., 2009. Extraction pétrolière et protection de l'environnement dans le golfe de Guinée. Université de Limoges, Faculté de Droit et des Sciences Economiques, Programme Université par Satellite Agence universitaire de la Francophonie (AUF), Master Droit international et comparé de l'Environnement, Formation à distance, campus numérique « ENVIDROIT », 53 p.
- 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, 17 p. Vambi N'tambu B., Subi Malekani O. & Tasi Mbuangi 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
- Airparif, 2009, Exposition des automobilistes franciliens à la pollution atmosphérique liée au trafic routier : trajet domicile-travail. 103 p.
- Airparif, 2009, La qualité de l'air en Ile-de-France en 2008. 93 p.
- Airparif, 2008, Caractérisation de la qualité de l'air à proximité des voies à grande circulation : premier volet - campagne de mesure portant sur le boulevard périphérique au niveau de la porte de Gentilly. 96 p.

- Airparif, 2008, Synthèse des connaissances sur les particules en suspension dans l'air et des travaux d'Airparif sur ces polluants. 99 p.
- Houot J, Marquant F, Goujon S, *et al.* Residential proximity to heavy-traffic roads, benzene exposure, and childhood leukemia: The GEOCAP Study 2002-2007. *Am J Epidemiol* 2015; 182: 685-93.
- Babisch, W., 2006, Transportation noise and cardiovascular risk: updated review and synthesis of epidemiological studies indicate that the evidence has increased. *Noise Health*, 8 : 1-29.
DOI : [10.4103/1463-1741.32464](https://doi.org/10.4103/1463-1741.32464)
- Kloff S. & Wicks C., 2004. Gestion environnementale de l'exploitation de pétrole offshore et du transport maritime pétrolier. Membres de la Commission de l'UICN des Politiques Environnementales, Économiques et Sociales – CEESP, 80 p.
- Bayer-Oglesby, L, C. Schindler, ME. Hazenkamp-von Arx, C. Braun-Fahrlander, D. Keidel, R. Rapp, N. Kunzli, O. Braendli, L. Burdet, L. Sally Liu, P. Leuenberger et U. Ackermann-Liebrich, 2006, Living near main streets and respiratory symptoms in adults: the swiss cohort study on air pollution and lung diseases in adults. *Am. J. Epidemiol.*, 164 : 1190-8.
DOI : [10.1093/aje/kwj338](https://doi.org/10.1093/aje/kwj338)
- CRESS Equipe 7-INSERM U1153, Villejuif, France.
- DOI : [10.1093/aje/kwwww111](https://doi.org/10.1093/aje/kwwww111)
- Scheepers PTJ, Beckmann G, Biesterbos J (2013) Biomarkers of environmental risk factors for prevention and research. *Trends Anal Chem* 52:275–281;
- Pierre De Loménie et Christine Laconde. Rapport sur la prévention des risques sanitaires liés aux pollutions chroniques. Rapport N° 2003 021, juin 2003.