

Research Article

EVALUATION DES EFFETS HEPATIQUES ET RENAUX ASSOCIES A L'EXPOSITION CHRONIQUE DES PERSONNES VIVANT DANS UN ENVIRONNEMENT CONTAMINE PAR LE PLOMB, L'ARSENIC ET LE CADMIUM

***AngboKouso Marie Angéline, Kambou Sansan Philippe, Gauze-Gnagne Chantal, Camara-Cissé Massara, Niamké Germaine, Konan Koffi Gervais**

Laboratoire de Biochimie Médicale, UFR Sciences Médicales, Université Félix Houphouët Boigny, Abidjan (Côte d'Ivoire), 01 BP V 166 Abidjan.

Received 23rd October 2025; Accepted 24th November 2025; Published online 30th December 2025

RESUME

Les humains sont exposés aux métaux par leur alimentation, leur mode de vie. Certains métaux sont essentiels aux fonctions physiologiques de l'organisme, tandis que d'autres ne sont pas essentiels et peuvent être toxiques pour les humains. Il existe peu d'études concernant l'impact sanitaire des métaux lourds chez l'homme en Côte d'Ivoire. Ainsi l'objectif de cette étude était d'évaluer les effets hépatiques et rénaux des personnes vivant dans un environnement contaminé par des métaux lourds. Il s'est agi d'une étude prospective portant sur des populations riveraines d'un site d'orpaillage. Les paramètres étudiés étaient d'une part le sexe, l'âge, la durée d'exposition et, d'autre part, les paramètres biochimiques, les métaux lourds. Le dosage de l'urée, la créatinine et la détermination des transaminases a été réalisé par un automate Cobas c111. Le dosage des métaux par l'automate IPC-AAS Solaar S2. Wilcoxon ranksum. La population d'étude était constituée de 22 personnes dont 63,6% de sexe masculin et 36,4% de sexe féminin. L'âge moyen était de 56 ans +/- 16,42. Les valeurs de l'urée et de la créatinine étaient respectivement élevées chez 81,8% et 77,3% de la population. Les transaminases (TGO, TGP) avaient une activité normale. Les concentrations des métaux lourds étaient élevées chez 90,9%, 31,8% et 27,3% de la population respectivement au niveau du plomb, de l'arsenic et du cadmium. Le test de Khi deux n'a montré aucune corrélation entre les valeurs élevées des marqueurs rénaux et celles des métaux lourds. Des études à plus large échelle pour une analyse plus robuste.

Mots clés: Métaux lourds, Environnement contaminé, paramètres biochimiques, exposition chronique, Côte d'Ivoire.

INTRODUCTION

L'orpaillage est une activité qui a commencé en Côte d'Ivoire dans la seconde moitié du 18^e siècle. Joseph G.J. (1913). Actuellement, 30 régions sont impactées par l'orpaillage sur 31 régions que compte la Côte d'Ivoire avec plus de 23000 orpailleurs. CNDH, (2022). Des études menées sur l'orpaillage le long du fleuve le Bandama ont révélé que la superficie totale exploitée par l'orpaillage artisanal pour l'année 2018 est de 3,39 km² et passe à 5,16 Km² pour 2019, et 8,80 Km² pour 2021. N'gomet *et al.*, (2022). Ces chiffres montrent que cette activité a plus que triplé en trois ans et correspond à un taux de croissance de 0,24 km²/mois.

Si l'exploitation artisanale de l'or, au regard du fort engouement qu'elle suscite, peut paraître comme une activité lucrative, elle présente cependant de nombreux impacts négatifs, tant au niveau social que biologique. Les populations travaillant dans les zones minières contribuent fortement à la pollution de l'écosystème par la manipulation des métaux lourds depuis les creusées des gisements jusqu'à l'extraction de l'or. Tous ces métaux lourds sont déversés, abandonnés dans la nature exposant les êtres humains, surtout ceux vivant autour des zones minières à une intoxication aux métaux lourds. Les plus présents sont le mercure, le plomb, le cadmium, l'arsenic et d'autres métaux lourds tels que le nickel, le cobalt non négligeables. Niane *et al.*, (2022); Bamba *et al.*, (2013); Weinhouse *et al.*, (2021); Nyanza *et al.*, (2021) Nyanza *et al.*, (2022).

Des études menées par les chercheurs ivoiriens dans le cadre de la surveillance environnementale ont permis d'appréhender l'état de la

pollution de l'eau du fleuve le Bandama avec la présence de cyanure, d'arsenic, de chrome, de mercure, de plomb, de zinc etc. Cette eau ainsi polluée affecte les poissons pour qui les analyses ont révélé la présence de mercure, du plomb, du chrome, du cadmium et du zinc. Ces teneurs en mercure sont supérieures aux seuils recommandés par la FAO pour la consommation humaine (Bouchard *et al.*, 2023).

Cependant, bien que les métaux lourds aient des effets néfastes sur l'homme, en Côte d'Ivoire, très peu d'études concernant l'impact sanitaire des métaux lourds chez l'homme ont été réalisées. C'est donc l'effet de l'orpaillage sur les personnes exposées qui nous a amenés à réaliser ce travail pour évaluer les effets des métaux lourds sur les marqueurs hépatiques et rénaux des personnes vivant dans un environnement contaminé par les métaux lourds: le cas de la région de la Marahoué.

MATERIEL ET METHODES

Matériel

Matériel biologique

Le matériel biologique était constitué des échantillons de sang

Matériel technique

Pour le prélèvement de sang, le matériel technique utilisé était les tubes secs pour l'urée, la créatinine, les transaminases et pour les métaux lourds les tubes contenant de l'héparine. Le dosage de l'urée, la créatinine et la détermination des transaminases a été réalisé par un automate Cobas c111. Le dosage des métaux lourds a été réalisé par l'automate IPC-AAS Solaar S2. Wilcoxon ranksum. Une fiche

***Corresponding Author: AngboKouso Marie Angéline,**
Laboratoire de Biochimie Médicale, UFR Sciences Médicales, Université Félix Houphouët Boigny, Abidjan (Côte d'Ivoire), 01 BP V 166 Abidjan.

d'enquête a été utilisée pour l'enregistrement des paramètres sociodémographiques.

Méthodes

Population d'étude

Notre population d'étude était composée de 22 personnes vivant dans la région de la Marahoué. Ces personnes ont été recrutées selon les critères de sélection ci-dessous

Critères d'inclusion

Ont été incluses dans notre étude, toutes personnes ayant séjournées en permanence à Zagouta 1 an au moins qui ont donné leur consentement.

Critères de non inclusion

N'étaient pas incluses les personnes qui ont refusé d'être enquêtées et de se faire prélever.

Critères d'exclusion

Etaient aussi exclues de l'étude, les personnes qui portent un implant dentaire, les fumeurs et les personnes qui suivent un traitement à base de plantes médicinales au plus 1 mois avant.

La méthodologie a comporté trois grandes phases à savoir la pré-enquête, l'enquête et les dosages.

Pré-enquête

Elle a été la phase de préparation pour le choix du village et aussi de l'enquête proprement dite. Cette phase a permis de prendre contact avec les responsables administratifs du village, du département et les autorités sanitaires. Elle a permis également de recueillir des données sur la participation des volontaires et l'acceptation des prélèvements biologiques par ceux-ci.

Enquête

Dans le but d'une caractérisation des volontaires, une interview a été réalisée. A cet effet, un guide questionnaire a été rédigé et soumis à chacun des enquêtés. Les variables étudiées étaient des données sociodémographiques et d'habitudes de vie notamment, par rapport à la consommation d'alcool, de tabac et des données sur l'état de santé. Les données biologiques consistaient en des prélèvements par ponction veineuse superficielle le matin, chez des sujets à jeun depuis la veille (au moins douze heures). Chez chaque sujet, le sang prélevé est recueilli dans un tube contenant de l'héparine et dans un tube sec. Le prélèvement de sang a été effectué au centre de santé rurale de Zagouta dans un préau aménagé à cet effet. Les échantillons ont été aussitôt acheminés dans une glacière contenant des carboglaces au laboratoire et ont été ensuite conservés au réfrigérateur à -4°C jusqu'au lendemain pour l'analyse.

Méthode d'analyse biochimique

Le sérum obtenu après centrifugation a été utilisé pour le dosage des paramètres biochimiques

Méthode de dosage de l'urée

Le dosage de l'urée a été effectué selon la méthode enzymatique décrite par Tietz (1995). En présence de l'uréase, l'urée est hydrolysée en ammoniac (NH_3) et en dioxyde de carbone (CO_2), puis

lors d'une seconde réaction, l'ammoniac formé réagit avec l' α -cétooglutarate par l'action du glutamate déshydrogénase (GLDH) avec oxydation parallèle de NADH en NAD^+ . La vitesse de diminution de la concentration du NADH est directement proportionnelle à la concentration en urée dans l'échantillon testé (Kaplan, 1984) et est mesurée par photométrie. Les réactifs sont préparés selon les instructions du fabricant. Le contenu d'une capsule d'enzyme de (R2) (uréase, glutamate déshydrogénase (GLDH), NADH) a été dissout dans un flacon de tampon (R1) constitué des tris (PH 7,8) et de l' α -cétooglutarate. Puis le flacon a été fermé et mélangé pour obtenir le réactif de travail (RT). La solution obtenue est stable 6 semaines à $2-8^{\circ}\text{C}$ ou 7 jours à la température ambiante ($15-25^{\circ}\text{C}$). Dix (10) μL de sérum ont été introduits dans une cuve auquel 1mL du réactif de travail a été ajouté.

Le dosage a été réalisé selon la méthode de Jaffé (1886). Le dosage de la créatinine est basé sur la réaction de la créatinine avec le picrate de sodium selon la méthode cinétique: la créatinine à 37°C en présence de picrate alcalin jaune donne une coloration orangée lisible à 510 nm. L'intensité de la coloration est directement proportionnelle à la concentration en créatinine dans la prise d'essai (Murray, 1984).

Méthode de dosage de la créatinine

Le dosage de la créatinine est basé sur la réaction de la créatinine avec le picrate de sodium selon la méthode cinétique. Les réactifs sont préparés selon les instructions du fabricant. Pour ce faire, le réactif de travail (RT) a été obtenu en mélangeant des volumes égaux de réactif picrique (R1) et d'hydroxyde de sodium réactif alcalinisation (R2). Ce mélange a été stable 15 jours au réfrigérateur ($2-8^{\circ}\text{C}$) ou 7 jours à la température ambiante ($15-25^{\circ}\text{C}$). Dans une cuve ont été mélangés, 10 μL de plasma à 1mL de réactif de travail puis incubés pendant 10 mn à 37°C . La densité optique (DO) a été lue à 505 nm en comparaison avec le blanc du réactif.

Méthode de détermination de l'activité de l'ALAT

L'activité Alanine aminotransférase (ALAT) a été déterminée selon la méthode recommandée par la Fédération internationale de chimie clinique (FICC) (Bergmeyer et Horder, 1985). Dans un tube contenant 1 mL de réactif de travail R1, 100 μL de l'échantillon à doser sont ajoutés. Après agitation pendant 1 mL, la densité optique de l'homogénat est lue au spectrophotomètre à 340 nm pour déterminer l'activité enzymatique de l'ALAT. Cette activité est calculée à partir de la longueur d'onde qui est 340 nm et du facteur SGPT, (F1747) selon la formule ci-dessous : Activité enzymatique des ALAT (U/L) = Densité optique (Echantillon) x 1745.

Méthode de détermination de l'activité de l'ASAT

L'activité de l'aspartate aminotransférase (ASAT) a été déterminée selon la méthode de Karmen (1955) et selon les recommandations de la Fédération Internationale de Chimie Clinique (FICC). Dans un tube contenant 1 ml de réactif de travail R1, on a ajouté 100 μL de l'échantillon à doser. Après agitation pendant 1 min, les densités optiques ont été lues au spectrophotomètre à 505 nm pour déterminer l'activité enzymatique de l'ASAT (ECCLS, 1985). L'activité enzymatique est calculée à partir de la longueur d'onde qui est 505 nm et du facteur SGOT, (F1745) selon la formule ci-dessous : Activité enzymatique des ASAT (U/L) = Densité optique (Echantillon) x 1745.

Analyse statistique

Les données ont été recueillies à l'aide d'une fiche d'enquête. Le traitement des données a été effectué à l'aide du logiciel SPFF

version 27. Le test statistique utilisé était le test de Khi-deux de Pearson pour comparer les variables. Les différences étaient significatives lorsque la valeur de $p < 0,05$.

Résultats

Caractères sociodémographiques

L'âge moyen des enquêtés était de 56 +/- 16,42 ans avec des extrêmes de 19 à 85 ans. La plupart des participants (95%) résidait à Zagouta depuis plus de 10 ans. Le sexe masculin était prédominant avec 63,6% (tableau 1).

Tableau 1: Répartition de la population d'étude selon le sexe

Sexe	Effectif	Pourcentage(%)
Masculin	14	63,6
Féminin	8	36,4
Total	22	100

Résultats biologiques

Urée

Répartition de la population en fonction des valeurs de l'urée

La répartition de la population en fonction des valeurs de l'urée a montré que 81,8% de la population d'étude avaient des valeurs élevées d'urée (tableau 2).

Tableau 2: Répartition de la population en fonction des valeurs de l'urée

Urée(g/l)	Effectif	Pourcentage(%)
Valeurs normales	4	18,2
Valeurs élevées	18	81,8
Total	22	100

Créatinine

La répartition de la population en fonction des valeurs de la créatinine a montré que 77,3% de la population d'étude avaient des valeurs élevées d'urée (tableau 3).

Tableau 3: Répartition de la population en fonction des valeurs de la créatinine

Créatinine(mg/l)	Effectif	Pourcentage(%)
Valeurs normales	5	22,7
Valeurs élevées	17	77,3
Total	22	100

TGO

La répartition de la population en fonction des valeurs de la TGO a montré que toute la population d'étude avait des valeurs dans les limites de la normale (tableau 4).

Tableau 4: Répartition de la population en fonction des valeurs de la TGO

TGO(UI/l)	Effectif	Pourcentage(%)
Valeurs normales	22	100
Valeurs élevées	0	0
Total	22	22

TGP

La répartition de la population en fonction des valeurs de la TGP a montré que toute la population d'étude avait des valeurs dans les limites de la normale (tableau 5)

Tableau 5: Répartition de la population en fonction des valeurs de la TGP

TGP(UI/l)	Effectif	Pourcentage (%)
Valeurs normales	22	100
Valeurs élevées	0	0
Total	22	100

Métaux lourds

La répartition de la population d'étude en fonction des valeurs des métaux lourds a montré que 90,9% de la population d'étude avait des valeurs élevées au niveau du plomb, pour l'arsenic 31,8% et 27,3% pour le cadmium (tableau 6).

Tableau 6: Répartition de la population en fonction des valeurs des métaux lourds

Métal lourds	Effectif valeur normale	Pourcentage valeur normale (%)	Effectif valeur Anormale	Pourcentage valeur Anormale(%)
Plomb (Pb)	2	9,1	20	90,9
Cadmium(Cd)	16	72,7	6	27,3
Arsenic (As)	15	68,2	7	31,8

Résultats analytiques

Association métaux lourds et paramètres rénaux

Plomb

La corrélation entre les concentrations d'urée et du plomb a révélé aucune association significative entre l'urée et le plomb (tableau 7)

Tableau 7: Association entre les concentrations d'urée et du plomb

Plomb \ Urée	Effectif valeur normale	Effectif valeur anormale	Effectif total
Effectif valeur normale	1	3	4
Effectif valeur Anormale	1	17	18
Effectif total	2	20	22

Test de Khi2p = 1,497

La corrélation entre les concentrations de créatinine et du plomb a révélé aucune association significative entre la créatinine et le plomb (tableau 8)

Tableau 8: Association entre les concentrations de créatinine et du plomb

Plomb Créatinine	Effectif valeur normale	Effectif valeur Anormale	Effectif total
Effectif valeur normale	1	4	5
Effectif valeur Anormale	1	16	17
Effectif total	2	20	22

Test de Khi2 p = 0,932

Arsenic

La corrélation entre les concentrations d'urée et d'arsenic a révélé aucune association significative entre l'urée et l'arsenic (tableau 9)

Tableau 9: Association entre les concentrations d'urée et de l'arsenic

Arsenic Urée	Effectif valeur normale	Effectif valeur Anormale	Effectif total
Effectif valeur normale	2	2	4
Effectif valeur Anormale	13	5	18
Effectif total	15	7	22

Test de Khi2p = 0,932

La corrélation entre les concentrations de créatinine et l'arsenic a révélé aucune association significative entre la créatinine et l'arsenic (tableau 10)

Tableau 10: Association entre les concentrations de créatinine et d'arsenic

Arsenic Créatinine	Effectif valeur normale	Effectif valeur Anormale	Effectif total
Effectif valeur normale	2	3	5
Effectif valeur Anormale	13	4	17
Effectif total	15	7	22

Test de Khi2p = 2,369

Cadmium

La corrélation entre les concentrations d'urée et du cadmium a révélé aucune association significative entre l'urée et le cadmium (tableau 11)

Tableau 11: Association entre les concentrations d'urée et du cadmium

Cadmium Urée	Effectif valeur normale	Effectif valeur Anormale	Effectif total
Effectif valeur normale	3	1	4
Effectif valeur Anormale	13	5	18
Effectif total	2	20	22

Test de Khi2p = 0,013

La corrélation entre les concentrations de créatinine et de cadmium a révélé aucune association significative entre la créatinine et de cadmium (tableau 12)

Tableau 12: Association entre les concentrations de créatinine et du cadmium

Cadmium Créatinine	Effectif valeur normale	Effectif valeur anormale	Effectif total
Effectif valeur normale	4	1	5
Effectif valeur Anormale	12	5	17
Effectif total	16	6	22

Test de Khi2p = 0,173

DISCUSSION

L'objectif de notre étude était d'évaluer les effets hépatiques et rénaux associés à l'exposition chronique des personnes vivant dans un environnement contaminé par le plomb, l'arsenic et le cadmium. Dans notre population, l'âge moyen était de 56 +/- 16,42 ans avec des extrêmes de 19 à 85 ans cela suggère que les jeunes ont moins pris part à cette étude; Il y a eu un désintéressement de la jeunesse à cette étude, à leurs problèmes de santé. Le sexe prédominant était le sexe masculin ceci pourrait s'expliquer par l'intérêt que les hommes ont porté à l'étude. La plupart des participants (95%) résidait à Zagouta depuis plus de 10 ans ce qui indique que le village est constitué de résidents de longue durée donc longtemps exposés. Concernant les métaux lourds nos résultats ont montré que le plomb, l'arsenic et le cadmium ont été retrouvés dans le sang de la population à des concentrations différentes. Les teneurs en plomb (90,9%) ont été plus élevées dans la majorité de la population puis ceux de l'arsenic (31,8%) et du cadmium (27,3%). L'exposition au plomb est confirmée par N'Guessan *et al.*, (2017), qui soutiennent que l'orpaillage produit des résidus contaminés qui peuvent être retrouvés dans l'environnement et avoir un impact sur la santé des habitants du voisinage. Pourtant, les effets neurotoxiques du plomb, et des niveaux élevés peuvent entraîner des répercussions sérieuses sur le développement cognitif. Par ailleurs, Kouakou *et al.*, (2022), ont affirmé dans une étude que les déchets miniers contiennent fréquemment de l'arsenic et du cadmium, ce qui peut entraîner des maladies graves, telles que des cancers et des troubles respiratoires. Les concentrations détectées dans le sang des résidents de Zagouta mettent en évidence l'importance d'un suivi régulier et d'interventions spécifiques. Sur le plan biologique, la répartition de la population en fonction des valeurs de l'urée a montré que 81,8% de la population d'étude avaient des valeurs élevées ainsi que celle de la créatinine qui était à 77,3%. Ces résultats suggèrent une atteinte rénale chez ces sujets. Ces résultats ont été confirmés par Dr Emily en 2015 qui a montré un dysfonctionnement rénal chez des souris exposées chroniquement au Pb et au Cd ainsi que par Rahimi *et al* en 2020 et Sosanet *et al.*, (2025). La répartition de la population en fonction des valeurs de la TGP a montré que toute la population d'étude avait des valeurs dans les limites de la normale ainsi que celle de la TGO. Ce qui suggère qu'il n'y a pas eu de dysfonctionnement au niveau hépatique dans notre étude. Nos résultats sont différents de ceux de Cobbina *et al.*, (2015), de Nakhae *et al.*, (2019). Le test de KHI2 a révélé qu'il n'y a aucune association significative entre les paramètres rénaux et les métaux lourds. Nous pouvons dire que Les valeurs élevées du plomb, de l'arsenic et du cadmium n'ont pas eu d'effet sur les paramètres rénaux. Nos résultats diffèrent de ceux de Alya *et al.*, (2015) et de Teresa *et al.*, (2015). Nos résultats indiquent qu'il

n'existe pas d'association significative entre les paramètres rénaux et les métaux lourds, au seuil de significativité de 5% ($p > 0,05$). Cependant, il est important de noter un effectif théorique inférieur à 5. Ce qui limite la validité du test du khi-deux de Pearson dans ce contexte. Cette situation est donc liée au faible effectif total et à la dispersion des observations des différentes catégories.

CONCLUSION

L'évaluation des effets hépatiques et rénaux associés à l'exposition chronique des personnes vivant dans un environnement contaminé par le plomb, l'arsenic et le cadmium a révélé une perturbation rénale et aucune perturbation hépatique. Elle a aussi montré des teneurs en plomb (90,9%) plus élevées dans la majorité de la population puis ceux de l'arsenic (31,8%) et du cadmium (27,3%). Par contre, l'association entre les paramètres rénaux et les métaux lourds n'a montré association significative. Cependant, ces résultats doivent être interprétés avec prudence. L'augmentation de la taille de l'échantillon pourrait permettre une analyse plus robuste. Des études à plus large échelle sont requises pour mieux appréhender les effets des métaux lourds sur les paramètres biochimiques.

Conflit d'intérêts

Les auteurs déclarent n'avoir aucun conflit d'intérêts concernant la publication de cet article

REFERENCES

- Alya, A., Ines, D.B., Montassar, L., Najoua, G., Saloua el, F. (2015). Oxidative stress, biochemical alterations, and hyperlipidemia in female rats induced by lead chronic toxicity during puberty and post puberty periods. *Iran J Basic Med Sci*, 18(10), pp. 1034-43. PMID: 26730340; PMCID: PMC4686575
- Bamba, O., Peledé, S., Sako, A., Kagambéga, N., & Miningou, M.Y.W. (2013). Impact de l'artisanat minier sur les sols d'un environnement agricole aménagé au Burkina Faso. *Journal des Sciences*, 13 (1), pp. 1-11.
- Bergmeyer, H.U., Herder, M., & Rej, R. (1985). Approved recommendation on IFCC methods for measurement of catalytic concentration of enzymes. Part 2. IFCC Method for aspartate aminotransférase. *Journal of Clinical Biochemistry*, 24, pp. 497-508.
- Bouchard, M.F., Lemire M., & Delesalle L. (2023). Alimentation, Environnement et Santé publique. Alimentation, pp. 683-708.
- Cobbina, J.Y.C., Zhaoxiang, Z., Xueshan, W., Ting, Z., Zhen, Z., Weiwei, F., Wei, W.,
- Qin, L., Xiangyang, W., Liuqing Y. (2025). Toxicity assessment due to sub-chronic exposure to individual and mixtures of four toxic heavy metals. *Journal of Hazardous Materials*, 294(30), pp. 109-12.
- CNDH (le Conseil National des Droits de l'Homme) (2022). Rapport d'enquête sur la cartographie des sites d'orpaillage en Côte d'Ivoire, pp. 56. <https://caidp.ci>
- Emily, G. (2023). Impact des métaux lourds sur l'environnement et la santé humaine. Conservation de l'environnement <https://sigmaearth.com/fr/impact-des-m%C3%A9taux-lourds-sur-l%27environnement-et-la-sant%C3%A9-humaine/> consultée le 10 décembre 2025
- INRS (2025). Mise à jour de la base de données Biotox, <https://www.inrs.fr/publications/bdd/biotox.html> consultée le 22/10/2025
- ISO (Organisation internationale de normalisation) 15189. (2022). Laboratoires médicaux Exigence concernant la qualité et la compétence. www.iso.org/fr/standard/76677.html
- Joseph, G.J. (1913). Exploitation indigène de l'or en Côte d'Ivoire. *Bulletins et Mémoires de la Société d'anthropologie de Paris*, VI° (4) pp. 372-375.
- Kaplan, A., (1984). *Glucose the CV mosbyco* St Louis Toronto Princeton Clinical Chemistry, pp. 1032-1036.
- Kouakou, Y.C., Toure, A.A., Fall, K.S., Bredou. (2022). Impact de l'orpaillage sur la Côte d'Ivoire et la santé humaine dans le district de Bettie, Côte d'Ivoire. *Revue d'Epidémie et de Santé Publique*. 70(3) S181
- Mukendi, R.M., Banza, C. L., Nemery, B., Mukeng, C. K., Ngwe, J. T., Mwembo, A. T., & Kalenga, P. M. (2018). Exposition de la femme aux éléments traces métalliques et baisse de la fertilité : étude menée en zones minières du Haut-Katanga. *Revue De l'Infirmier Congolais*, 2(2), pp. 83-89. Consultée à l'adresse <https://ric-journal.com/index.php/RIC/article/view/71>
- Murray, R.L. (1984). *Créatinine. The CV Mostly Co.* St Louis Toronto. Princeton Clin Chem, pp. 1261-1266.
- Nakhaee, S., Amirabadizadeh, A., Brent, J., Mehrpour, O. (2019). Impact of chronic lead exposure on liver and kidney function and haematologic parameters. *Basic Clin. Pharmacol. Toxicol*, 124, pp. 621-628. Doi: 10.1111/bcpt.13179
- N'guessan, Y.M., Wognin, V. A., Kouadio, K. G., Probst, A., & Probst, J. L. (2017). Paramètres influençant la distribution des éléments traces métalliques dans les affluents du fleuve Garonne (France). *International Journal of Biological and Chemical Sciences*, 11(3), pp. 1363-1372. <https://doi.org/10.4314/ijbcs.v11i3.35>
- Niane, B., Guédron, S., Feder, F., Legros, S., Ngom, P.M., & Moritz, R. (2019). Impact of recent artisanal small-scale gold mining in Senegal: Mercury and methylmercury contamination of terrestrial and aquatic ecosystems. *Science of The Total Environment*, 669, pp. 185-193
- Ngom, N. M., Mbaye, M., Baratoux, D., Baratoux L., Ahoussi, K. E., Kouame, J. K., Faye, G., Sow, E. (2022). Recent expansion of artisanal gold mining along the Bandama River (Côte d'Ivoire). *International Journal of Applied Earth Observation and Geoinformation*, 112, 16 p. ISSN 1569-8432
- Nyanza, E.C., Bernier, F. P., Manyama, M., & Hatfield, J. (2019). Maternal exposure to arsenic and mercury in small-scale gold mining areas of Northern Tanzania. *Environmental Research*, 173, pp. 432-442.
- Nyanza, E.C., Bernier, F.P., Martin, J.W., & Manyama, M. (2021). Effects of prenatal exposure and co-exposure to metallic or metalloid elements on early infant neuro developmental outcomes in areas with small-scale gold mining activities. *Northern Tanzania Environment International*, 149, 8 pages.
- Sosan, A., Syed, M., Baseet, H.K., Aneela, S., Sajid, M., Rabeet, H.K., Rashid, N.Q., Amina, Z., Ammara, Y., Syed, T., Abbas, S. (2025). Health risks associated with occupational contaminants of heavy metals across different professions. 47(7): 270 doi: 10.1007/s10653-025-02587-6.
- Teresa, W-N., Anna, P., Małgorzata, T-O., Tadeusz, H., Jan, S., Janusz, B., Jerzy, R.N., and Wojciech, W. S. (2015). Scintigraphic assessment of renal function in steel plant workers occupationally exposed to lead. *J Occup Health*, 57 pp. 91-99
- Tietz, N.W. (1995). *Clinical Guide to Laboratory Tests*, 3ème édition. Philadelphie, PA: WB Saunders. Disponible sur www.sciepub.c pp. 135-133. Consultée le 21/ 08/ 2025.

Weinhouse, C., Gallis, J.A, Ortiz, E., Berky, A.J., Morales, A.M., Diringer, S.E., Harrington, J., Bullins,P., Rogers, L., Hare-Grogg, J., Hsu-Kim, H., Pan, W.K. (2021). A population-basedmercuryexposureassessmentnear an artisanal and small-scale gold mining site in the Peruvian Amazon. *J Expo Sci Environ Epidemiol*, 31(1) pp. 126-136. Doi: 10.1038/s41370-020-0234-2
