

Ministère de l'Enseignement Supérieur
et de la Recherche Scientifique



REPUBLIQUE DU MALI
Un Peuple- Un But- Une Foi



UNIVERSITE DES SCIENCES, DES TECHNIQUES ET DES
TECHNOLOGIES DE BAMAKO

Faculté de Médecine et d'Odontostomatologie

FMOS

Année Universitaire : 2019-2020

N°...../

THESE

**EXTRACTION MINIÈRE ARTISANALE ET À
PETITE ÉCHELLE DE L'OR ET MORBIDITÉ
À KENIEROBA**

Présentée et soutenue publiquement le/...../2020
Devant le jury de la Faculté de Médecine et d'odontostomatologie

M. Mamadou Souleymane KAREMBE

**Pour obtenir le grade de Docteur en Médecine
(Diplôme d'état)**

Président : Pr. Samba DIOP
Membre : Dr. Housseini DOLO
Co-directeur : Dr. Mohamed Moumine TRAORE
Directeur : Pr. Hamadoun SANGHO

Je dédie ce travail :

A Allah Le Tout puissant, Le Miséricordieux pour m'avoir donné la santé et la force de réaliser ce travail.

Au prophète Mohamed [Paix et salut sur lui].

A mon père Souleymane KARAMBE

Ton sens social, ton amour pour tes enfants et ceux des autres, ton courage exceptionnel pour nous donner le meilleur de toi même, ta générosité envers les nécessiteux; fond de toi un homme sociable, admirable, un père exemplaire. Vous qui avez toujours crus en moi, je suis très fier de vous. Ce travail est le fruit de vos soutiens, vos prières, vos sacrifices consentis. Que Dieu me permet de puiser encore dans la source que vous êtes, en vous donnant une longue vie. Amen!!!

A ma mère Anta KARAMBE

Femme au foyer, exemple de courage, et bravoure. Tes encouragements et tes bénédictions nous ont toujours accompagnés. Ce travail est le couronnement de tes efforts inlassables.

A mes petites sœurs Oumou KARAMBE, Binta KARAMBE et Hafsatou KARAMBE:

Je prie ALLAH le tout puissant de me donner la force, la patience et le courage de remplir mes devoirs et mes responsabilités de grand frère envers vous et de vous donner tout le soutien, l'amour, l'assistance, la disponibilité et la protection dont vous avez besoin, de ne jamais faillir à mes engagement envers vous.

A mon petit frère Feu Daouda KARAMBE: Arraché à l'affection de tous. Nous ne cessons de prier pour le repos de ton âme, puisse Allah t'accueillir dans son paradis. Repose en paix cher frère. Amen!!!

A ma femme Fatouma NANTOUME:

Ma très chère épouse, tu as su me reconforter pendant les moments difficiles. je ne te remercierai jamais assez pour le soutien que tu m'as apporté, puisse ce travail nous apporter davantage la joie et l'union. Soit assurée de mon profond amour. Que Dieu nous accorde toujours sa grâce. Amen!!!

A mes grands-pères et grand-mères Feu Baricomo KARAMBE, feu Yandiou, feu Kalba KARAMBE, Binta KARAMBE dite Sah Nandan: Tous nos attachements aux défunts salue et paix pour le repos de leur âme. Aux autres veuillez trouver ici, l'expression de mon profond respect.

A mon tonton Sekou KARAMBE et Ma Tante Aicha KARAMBE: merci pour votre amour et votre accompagnement sans défaut.

REMERCIEMENTS

A tous les enseignants qui m'ont encadré depuis le fondamental jusqu'à université. Sans vous je n'allais pas aujourd'hui atteindre ce niveau d'étude. Merci à vous tous.

A mes tontons et oncles: Il m'est impossible de traduire ici tous les liens qui unissent un enfant à ses parents. Sans vos conseils, vos sacrifices, vos prières et vos encouragements, ce travail n'aurait jamais pu être réalisé. Recevez ainsi toute ma gratitude.

A mes tantes: Vous avez été d'un apport inestimable dans l'élaboration de ce travail. Soyez rassurer de ma sincère reconnaissance

A mes chers cousins et cousines: Merci pour votre soutien et votre disponibilité.

A mes neveux et mes nièces: votre respect et votre admiration pour moi m'ont toujours exhorté à plus de persévérance. Sachez que je vous aime tous tels que vous êtes sans distinction, vous avoir dans ma vie a été une source de joie; et les instants passés à vos côtés ont été les plus beaux de ma vie. Je vous souhaite plein de bonheur et de succès dans la vie.

A mes Aînés: Dr Mamadou Karambe, Dr Baricomo Karambe, Dr Bourama Karambe, Dr Adama Karambe, Dr Salif Coulibaly.

Vous avez guidé mes pas dans cette faculté. Merci pour vos conseils et votre accompagnement.

A mon frère et compagnon de la faculté: Dr Seydou MAIGA

Cher compagnon, en vous j'ai eu le complément idéal pour faire face à ces études et ces instants de stress, de suspens et de joie. Merci pour votre soutien inestimable. Recevez ici toute notre reconnaissance.

Aux amis, camarades et collègues : Dr Soumaila Coumare, Interne Moussa Coulibaly, Ousmane M Diarra, Mamadou Y Diallo, Dr Alassane Toure, interne Aissata Guindo, interne Abdoukader Ballo.

Merci pour votre esprit d'équipe et de fraternité. Puisse dieu accorde une longévité à nos relations.

A La famille Karambe au Point G: merci pour votre accompagnement et votre soutien.

A la famille Nantoume, merci pour tout le soutien que vous m'avez apporté.

A La famille CISSE, merci pour tout.

A La famille Tébsougue, merci pour tout.

A Souleymane Ag Alassaane, merci pour vos conseils et encouragements.

A La famille Tinkiano à Kénieroba, merci de m'avoir accepté

A tout le personnel du Cskom de Kénieroba.

A tout le personnel du Csref de Kati particulièrement à Dr Abdoulaye Diarra, Dr Danfaga.

A mon Directeur de thèse: Pr Hamadoun SANGHO, merci pour votre encadrement de qualité.

A mon Co-Directeur: Dr Mohamed Moumine TRAORE, merci pour tout.

A tous mes membres de Jury: merci pour le soutien.

A la 9 promotion: je n'oublierai jamais les instants agréables que nous avons passés ensemble en formant un exemple typique de l'amitié, même dans les moments les plus difficiles nous avons s'y serrer les coudes. Que Dieu accomplisse nos vœux d'ici-bas et à l'au-delà.

Au groupe PAREIN, AREMOS, GUINNA DOGON

A tous ceux que je n'ai pas pu citer et qui me sont chers. Cela est loin d'être une volonté délibérée de ma part et cela n'altère en rien au fait que je vous porte tous dans mon cœur. Veuillez donc m'en excuser.

A notre maître et président du jury

Professeur Samba DIOP

- **Professeur titulaire en anthropologie médicale**
- **Enseignant chercheur en écologie humaine, anthropologie et bioéthique au DER de santé publique,**
- **Responsable des cours d'éthique et d'anthropologie médicale à la FMOS**

Cher Maître,

Votre disponibilité nous a permis d'apprécier à vous vos imminentes qualités humaines et scientifiques. Nous ne saurions jamais trouver assez de mots pour témoigner notre reconnaissance, non seulement pour l'intérêt que vous portez à notre travail mais aussi la spontanéité avec laquelle vous avez accepté de le diriger. Votre rigueur dans la démarche scientifique et votre amour pour le travail bien fait font de vous un maître exemplaire. Veuillez accepter cher maître, le témoignage de notre profond respect et de notre sincère gratitude.

A notre maître et juge

Docteur Housseini DOLO

- **Médecin spécialiste en santé publique**
- **PhD en sciences médicales**
- **Maître en épidémiologie à la FMOS**
- **Chercheur à l'Unité de Recherche et de Formation sur les filarioses a L'ICER Mali**
- **Enseignant chercheur a la FMOS**

Cher maître,

Vous nous faites un réel plaisir en acceptant de juger ce travail malgré vos multiples occupations.

Nous avons été très touchés par votre accueil, votre modestie et votre simplicité qui font de vous une personnalité remarquable. Permettez-nous, cher maître de vous exprimer nos sincères remerciements et notre profond respect.

A notre maître et co-directeur

Docteur Mohamed Moumine TRAORE

- **Médecin spécialiste en santé-environnement,**
- **Maître assistant en santé communautaire,**
- **Enseignant chercheur a la FMOS**

Cher maître,

Nous vous remercions de la confiance que vous avez placée en nous pour faire ce travail. Vos conseils et critiques ont contribué énormément à la qualité de ce travail, vous avez tout mis en œuvre pour la réussite de ce travail et cela témoigne de votre générosité et de votre amour pour le travail bien fait.

C'est le lieu pour nous de vous témoigner notre gratitude et notre respect.

A notre maître et directeur de thèse

Professeur Hamadoun SANGHO

- **Professeur titulaire en santé publique,**
- **DER de la Direction d'Enseignement et de Recherche en Santé Publique,**
- **Ex Directeur du Centre de Recherche et d'Etude et de Documentation pour la Survie de l'enfant (CREDOS),**
- **Chevalier de l'ordre National du Mali.**

Cher maître,

Votre apport au cours de l'élaboration de cette thèse a été d'une qualité inestimable. Nous avons été touchés par votre accueil, votre modestie, votre simplicité, votre rigueur dans le travail et votre démarche scientifique qui font de vous une personnalité remarquable, cher maître soyez en vivement remercié. Nous vous exprimons toute notre reconnaissance.

Sommaire :

I-Introduction-----	1
II-Objectifs-----	4
III-Généralités-----	5
IV-Méthodologie-----	25
V-Résultats-----	33
VI-Commentaires/Discussion-----	50
VII-Conclusion/recommandations -----	56
VIII-Références-----	59
IX-Annexes-----	63

Liste des tableaux

Tableau I : Fréquence des orpailleurs par sexe dans les dragues a Kénieroba en 2018-----	33
Tableau II : Répartition des orpailleurs travaillant sur les dragues par sexe et par âge-----	34
Tableaux III : Etat civil des orpailleurs travaillant sur les dragues par sexe-----	35
Tableaux IV : Niveau d'éducation des orpailleurs travaillant sur les dragues par sexe -----	36
Tableaux V : Fréquence des orpailleuses indépendantes par âge-----	38
Tableaux VI : Niveau d'éducation des orpailleuses indépendantes -----	39
Tableaux VII : Etat civil des orpailleuses indépendantes -----	39
Tableaux VIII : quantité de mercure par gramme d'or produit-----	40
Tableaux IX : quantité de mercure par gramme d'or produit par les orpailleuses indépendantes-----	41
Tableaux X : Recettes fiscales collectés par le village de Kénieroba et la commune rurale de Bancoumana-----	42
Tableaux XI : Coût quotidien de l'activité d'orpaillage-----	42
Tableaux XII : Revenus quotidien total dû à la production d'or-----	43
Tableaux XIII : Revenus générés par les activités liées à l'orpaillage-----	43
Tableaux XIV : Répartition des patients selon l'âge-----	45
Tableaux XV : Répartition des patients selon la résidence-----	46
Tableaux XVI : Répartition des patients selon l'ethnie-----	47

Liste des figures :

Figure 1 : Mercure-----	5
Figure 2 : Cycle biogéochimique du mercure -----	17
Figure 3 : Type d'activité exercée sur le site minier-----	37
Figure 4 : Concentration de mercure total rejeté dans les sédiments a kénieroba-----	40
Figure 5 : Concentration de mercure total rejeté par les orpailleuses indépendantes à kénieroba-----	41
Figure 6 : Répartition des patients selon le sexe-----	44
Figure 7 : Répartition des patients selon la profession -----	47
Figure 8 : Répartition des patients selon le motif de consultation -----	48
Figure 9 : Répartition des patients selon les pathologies-----	49

Liste des Abreviations

ATSTDR : Agence d'enregistrement des substances toxiques et des maladies des Etats-Unis

DHTP : Dose Hebdomadaire Tolérable Admissible Provisoire

EMAPE : Extraction minière artisanale et à petite échelle de l'or

EPA : Agence de protection de l'environnement des Etats-Unis

FAO : Organisation des Nations Unies pour l'alimentation et l'agriculture

FDA : Agence américaine des produits alimentaires et médicamenteux

HgT : Mercure total

Hg⁰ : Mercure métallique ou élémentaire

HgS : Cinabre

Hg-CH₃ : Monométhylmercure

JECTA : Comite mixte FAO-OMS d'experts des additifs alimentaires

Me Hg : Cation méthyl mercure ou mercure métallique

NRC : Conseil national de la recherche des Etats-Unis

NAS : Académie national des sciences

NAG : N-Acethyl-b-D-glucosaminidase

OMS : Organisation mondiale Santé

OIT : Organisation international du travail

PNUE : Programme des Nations Unies pour l'environnement

PNUD : Programme des Nations Unies pour le développement

PC : poids corporel

µg: microgramme (1/1000 mg)

IRA: Insuffisance respiratoire aig

I. Introduction

L'extraction minière artisanale et à petite échelle de l'or (EMAPE) est définie dans la Convention de Minamata sur le mercure comme « l'extraction minière d'or par des mineurs individuels ou de petites entreprises dont les investissements et la production sont limités » [2]. L'organisation internationale du travail (OIT) décrit EMAPE comme « des activités à haute intensité de main-d'œuvre, menées en ayant peu recours à des machines » [3]. Au Mali, elle est définie comme toute exploitation minière à petite taille, permanente, possédant un minimum d'installations fixes, utilisant dans les règles de l'art, des procédés semi-industriels ou industriels et dont la production annuelle en régime de croisière n'excède pas un tonnage du produit commercialisable (minerai, concentré ou métal), fixé par substance et par arrêté du ministre des mines et fondé sur la justification de l'existence d'un gisement. Au Mali la production aurifère artisanale est évaluée à plus de 2 tonnes d'or par ans [1].

Des millions de personnes dans les pays en développement comme le Mali dépendent de l'EMAPE de l'or pour leur subsistance, ces dernières années, on assiste à l'utilisation massive et sans aucune source de récupération de mercure élémentaire dans cet EMAPE. L'EMAPE est l'une des principales sources de pollution au mercure dans les pays en voie de développement [4]. L'exposition au mercure des populations vivant à proximité des sites d'orpaillages se produit principalement par l'intermédiaire des d'origine professionnelles résultant de la combustion d'amalgames ou de la fusion de l'or, et de méthyl mercure provenant de sources alimentaires, en particulier du poisson. Le seuil fixé par

l'OMS, au-delà duquel il existe un risque d'atteinte neurologique pour le fœtus est égale à 1 µg/g.

De nombreux problèmes sanitaires liés au travail et à l'environnement sont associés à l'EMAPE, notamment lorsque cette dernière est pratiquée de façon informelle ou au moyen de ressources matérielles et techniques limitées. La santé et le bien-être des orpailleurs, des membres de leur famille et des communautés avoisinantes sont souvent affectés [5]. Les enfants sont particulièrement vulnérables aux menaces environnementales. Cette vulnérabilité est encore plus grande pendant la période précédant la conception, la gestation et la période postnatale. Le fœtus et le nourrisson courent un plus grand risque lorsqu'ils sont exposés au mercure, en particulier pour le développement du système nerveux central [6]. Le mercure élémentaire traverse facilement le placenta et se concentre dans certains compartiments fœtaux (placenta, méconium, organes : foie, rein, rétine, cervelet, hypophyse...). Il peut entraîner une hypothyroïdie fœtale susceptible de provoquer de graves perturbations dans le développement cérébral [7]. Les lésions précises du système nerveux risquent davantage d'être irréversibles [8], et l'exposition prénatale ou postnatale peut être consécutive aux effets neurotoxiques [9]. En plus le travail des enfants est une préoccupation principalement dans les pays en développement et encore plus dans les zones minières. L'OIT a exprimé sa préoccupation face à ce phénomène et a estimé à plus d'un million d'enfants qui s'y trouvent parmi eux, beaucoup travaillent dans des mines d'or et ont un contact direct avec le mercure [10]. Le mercure altère les fonctions neurologiques [11]. Bien que les effets du mercure sur la santé soient bien

documentés depuis la tragédie de minamata [12], très peu d'études ont été menées en Afrique sur ce sujet.

Contexte

La convention de minamata sur le mercure, adoptée en octobre 2013, a permis d'encourager l'action intersectorielle mondiale, régionale et nationale en faveur de la promotion et la protection de la santé et du bien-être des populations qui dépendent de l'extraction minière artisanale et à petite échelle de l'or. Reconnaissant l'incidence de l'EMAPE sur la santé humaine et l'environnement, notamment en raison de l'utilisation de mercure, la convention oblige les parties, le cas échéant, à élaborer des stratégies de sante publique sur l'exposition au mercure des travailleurs de l'EMAPE et de leurs communautés. Ces stratégies doivent comprendre la collecte de données sanitaires, la formation de professionnels de santé et la sensibilisation par l'intermédiaire des établissements de santé [7]. Selon le rapport 2016 du PNUD, plus de 58% des maliens vivent sous le seuil de la pauvreté [13]. L'exploitation artisanale à petite échelle de l'or apparaît alors comme l'une des principales sources de revenu. Cette exploitation minière a principalement lieu dans le fleuve Niger, principal fleuve fournissant du poisson, de l'eau potable et de l'eau pour les fermes maraichères situées le long du fleuve. Le Mali et ses autorités politiques se sont engagées à réduire les émissions de mercure en signant la convention de minamata du programme des nations unies pour l'environnement. Les activités d'orpaillages se sont proliférée vers 2012, à Kénieroba notamment l'EMAPE à l'aide de drague sur le fleuve et au bord du fleuve par les femmes lavant les sédiments laisser par les dragues. D'où cette étude qui porte sur l'extraction minière artisanale et a petite de l'or à Kénieroba, afin de trouver les meilleurs

moyens de les atténuer et de fournir des données sur les concentrations totales de mercure dans les sédiments. Le profil sociodémographique des orpailleurs, les parties prenantes et les données sur les maladies les plus courantes dans le village de Kénieroba.

II. Objectifs

Les objectifs de cette étude sont :

- **Objectif général**

Etudier l'extraction minière artisanale et à petite échelle de l'or et morbidité à Kénieroba.

- **Objectifs spécifiques**

- Déterminer le profil sociodémographique pour chaque personne travaillant sur une drague et chez les orpailleuses d'or indépendantes ;
- Déterminer la quantité, les concentrations totales de mercure par gramme d'or produit dans les sédiments ;
- Déterminer les revenus collectés par le village de Kénieroba et la commune rurale de Bancoumana ;
- Déterminer les pathologies les plus fréquentes dans le village de Kénieroba.

III. Généralités

3.1. Définition

Le mercure est un élément chimique de numéro atomique 80, de masse atomique 200, symbole (Hg). Du mot grec latinisé hydrargyrum est tiré du fait que c'est le seul métal à l'état liquide dans les conditions normales de température et de pression, il fut aussi appelé argent liquide ou « vif argent » jusqu'au début du XIX^e siècle.

Le mercure est un métal dont la dynamique dans l'environnement est conditionnée par trois propriétés fondamentales :

- physique, par sa volatilité à température ambiante ;
- chimique, par la stabilité de ses liaisons avec le carbone et le soufre ;
- biologique, par sa très forte bioconcentration et sa toxicité.

Le mercure (Hg) est présent naturellement dans l'écorce terrestre. On le trouve dans trois états fondamentaux dans l'environnement : les vapeurs de mercure Hg^0 , les composés inorganiques Hg^{2+} et les composés méthyles CH_3-Hg et $(CH_3)_2-Hg$ [14].



Figure 1 : Le mercure

3.2. Histoire du mercure

Connu depuis plus de 2000 ans, le mercure est mentionné dans les écrits grecs et romains. Le cinabre(Hg₂S), principal minéral exploité pour générer du mercure, paraît avoir été utilisé comme colorant avant que le mercure métal ne le soit pour sa capacité à concentrer les métaux précieux. La consommation de mercure est restée faible jusqu'au 16^e siècle ou elle commença à croître avec son utilisation dans l'amalgamation de l'argent destiné à produire la monnaie.

Le développement de l'industrie au XIX^e siècle voit la consommation de mercure s'orienter vers son utilisation dans la thermométrie, la mesure des pressions et dans la fabrication des contacts électriques. Actuellement le mercure est reconnu comme métal dangereux dont l'utilisation dans certains secteurs de l'industrie est interdite ou en voie d'élimination (cathodes Hg dans l'industrie du chlore, le thermomètre...).de nos jours, le mercure se retrouve également, en très petite quantité, dans des ordinateurs portatifs, les piles, les téléphones, certains équipements d'éclairage de pointe et dans les freins antiblocages de voiture fabriquée en 2002. Les utilisateurs de mercure ou de produits mercuriels sont en diminution constante et les industries chimiques font l'objet de suivi et de contrôle importants quant à leurs rejets. Actuellement, la production de mercure primaire est faible, et la majeure partie du mercure utilisée provient du recyclage des déchets contenant cet élément et des sous-produits générés par les industries minières et métallurgiques. Néanmoins la consommation de mercure dans l'artisanat aurifère reste importante et se démarque de la tendance actuelle de diminution d'usage. En effet, depuis plusieurs siècles, le mercure est utilisé dans le secteur artisanal de la mine aurifère.

L'utilisation du mercure a entraîné et entraîne toujours des contaminations importantes du milieu environnant, les mines [15].

3.3. Les différentes formes de mercure

Sur le plan physico-chimique, le mercure est un métal qui change facilement de forme et de propriétés. Très volatil, il passe aisément de l'état liquide à l'état gazeux à température ambiante. En présence d'oxygène, le mercure s'oxyde très facilement passant de l'état métallique (Hg^0), liquide ou gazeux, à l'état ionisé (Hg^{2+}). C'est aussi un métal qui s'associe facilement aux molécules organiques formant de nombreux dérivés mercuriels.

Le mercure se présente en deux familles distinctes :

Le mercure métallique ou inorganique qui prend lui-même trois formes différentes :

- le mercure métallique élémentaire, sous forme liquide (note Hg^0). C'est le mercure classique, sous sa forme la plus connue, qui était utilisé dans les thermomètres.
- le mercure sous forme gazeuse (note Hg^0). Le mercure, en chauffant, se transforme en vapeur.
- le mercure inorganique, sous forme ionique. C'est ce qu'on appelle les atomes de mercure (note Hg^{2+}).

L'autre grande famille est constituée par le mercure organique, quand il se combine avec une molécule contenant du carbone, à la base de tout élément vivant (ou qui a été vivant).

Il existe des échanges permanents entre ces différentes formes, car le mercure à une grande capacité à se transformer, notamment sous l'effet de l'acidité du milieu, et de la présence de molécule assurant ces combinaisons (chlore, soufre).

La transformation peut être décrite comme suit :

Du mercure métallique aux ions mercuriques : l'oxydation, Le mercure sous forme de vapeurs est inhalé. Par l'action de la catalase présente dans les globules rouges, le mercure métallique est transformé en ions mercuriques, qui passent dans le sang. Des ions mercuriques au mercure organique : la méthylation, la méthylation se déroule principalement en milieu aqueux ou dans les intestins, en fonction de l'acidité et de la présence de soufre. Les composées de mercure organique les plus connus sont le méthyl mercure et le diméthylmercure [16].

4. Toxicité du mercure

Le mercure est un métal très réactif au milieu dans lequel il se trouve (température, composition chimique...) il peut se lier dans l'organisme aux molécules constituant la cellule vivante (acides nucléiques, protéines...) modifiant leur structure ou inhibant leurs activités biologiques. Le mercure est à l'origine de maladies professionnelles. L'intoxication par le mercure s'appelle l'hydrargyrie ou hydrargyrisme [16].

4.1. Mercure métal et dérivés inorganiques

Par ingestion le mercure métallique n'est pas toxique car, il est très faiblement absorbé au niveau digestif. Il est beaucoup plus toxique par inhalation en raison de sa très bonne absorption pulmonaire. En intoxication aiguë, la toxicité n'apparaît qu'au bout de quelques heures ; elle est dominée par les signes d'une irritation intense des voies aériennes qui peut évoluer vers une alvéolite

hémorragique parfois mortelle tandis que les signes de toxicité systémiques sont modérés ou absents. Les signes cliniques de l'intoxication chronique sont identiques à ceux causés par les dérivés inorganiques. Ils sont dominés par l'atteinte neurologique. L'encéphalopathie d'abord marquée par des signes peu spécifiques (céphalées, irritabilité, troubles du sommeil...) et une modification des tests psychométriques évolue vers un syndrome cérébelleux avec tremblements. Il existe par ailleurs une neuropathie périphérique associée. Autre organe touché est le rein à type de tubulopathie à dose dépendante. Celle-ci ne se manifeste que pour des mercuriuries supérieures à 50µg/g de créatinine mais des perturbations biologiques (augmentation de NAG urinaire) peuvent apparaître dès 25µg/g. Une glomérulonéphrite extra-membraneuse de mécanisme immunologique peut apparaître chez certains patients.

Des manifestations cutanées de type allergique accompagnent le tableau clinique. Enfin l'acrodyne est un syndrome particulier de mécanisme inconnu, rencontré chez certains enfants intoxiqués et qui associe une coloration violacée des mains et des pieds qui sont œdématisés, douloureux et desquamés, des troubles du comportement et une photophobie. L'injection sous-cutanée ou intramusculaire de mercure métallique provoque des réactions locales de type corps étranger sans toxicité systémique.

Par injection intraveineuse, le mercure n'a pas de toxicité intrinsèque mais diffuse dans différents organes (essentiellement le cœur, les poumons, mais aussi le foie, les reins, le système nerveux central) et peut provoquer une embolie pulmonaire.

4.2. Dérivés organiques

La toxicité du méthyl mercure a été dramatiquement révélée par les intoxications massives de la baie de Minamata au Japon dans les années 50 et celle survenue en Iraq au début des années 70 due au traitement à but fongicide des graines par ce composé. Les symptômes n'apparaissent que plusieurs mois après l'exposition, ce qui explique le retard de diagnostic et l'ampleur des catastrophes au Japon et en Iraq. La toxicologie est donnée par le tableau neurologique : paresthésies, altérations de la marche, de l'audition et de la parole, puis encéphalopathie avec détérioration intellectuelle. Une cécité est toujours présente dans les formes sévères. Le fœtus est particulièrement sensible [17].

4.3. Les normes

Valeurs toxicologiques de référence

A partir de l'exploitation de données cliniques effectuées après les intoxications massives de Minamata, de Niigata et d'Iraq, puis plus tard de données épidémiologiques d'exposition à long terme (Nouvelle-Zélande, Seychelles, îles Féroé), les instances sanitaires internationales (OMS; FAO) et nationales ont tenté de déterminer la dose pouvant être consommée chaque semaine au cours de la vie entière sans incidence négative sur la santé pour tous les consommateurs : c'est la Dose Hebdomadaire Tolérable Admissible provisoire ou DHTP (le mercure étant un toxique cumulatif, il n'existe pas de dose journalière admissible). Cette dose est calculée en incluant un facteur de sécurité de 10 par rapport à la dose minimale susceptible d'induire un effet dont la prévalence est de 5%.

- **DHTP** édictée en 1978 par un comité d'expert de l'OMS et du JECFA (comité mixte FAO-OMS d'experts des additifs alimentaires) est de 300 μg de mercure total, dont 200 μg de méthyl mercure, en considérant un poids moyen de 60 kg.

Cela correspond à 3,3 μg de Me Hg/kg de p.c. /sem. (Ou 5 μg pour le mercure total : HgT), soit 0,47 μg /kg de p.c. /j (p.c.= poids corporel)

Cette dose a été confirmée en 1988, mais assortie d'une mise en garde en direction des femmes enceintes ou allaitantes, pour lesquelles le risque était jugé plus grand, sans toutefois qu'une DHTP spécifique ne soit envisagée pour ce groupe de population. Agence de protection de l'environnement des Etats-Unis (US-E.P.A) considérait depuis 1994 que la DHTP de l'OMS était trop élevée.

Récemment, les scientifiques ayant mené l'étude des Iles Féroé, considérant l'énorme vulnérabilité du système nerveux du fœtus, et rappelant les effets d'une exposition prénatale au Me Hg sur le développement neurocomportemental et sur la tension sanguine de l'enfant, ont aussi réclamé une diminution de la DHTP pour le mercure.

Ils sont apparemment été entendus, puisque cette DHTP a été revue à la baisse (27 juin 2003) par l'OMS. Considérant qu'il peut y avoir une association négative entre une exposition alimentaire au Me Hg pendant la grossesse et le développement neurologique de l'enfant, cette instance a décidé de recommander une DHTP de 1,6 μg de Me Hg/kg p.c. /Sem, soit une division par deux de la dose sans risque (FAO/WHO, 2003, cf. annexe 1). Cette décision du comité mixte d'experts des additifs

alimentaires (JEFCA) de l'OMS a été prise après une revue des dernières études épidémiologiques (chez l'animal et chez l'homme), et des analyses de Me Hg dans les poissons sur les cinq dernières années.

Les experts ont considéré qu'une exposition au Me Hg pouvait affecter le neuro développement, et que la période foétale était la période la plus sensible. La nouvelle DHTP prend donc en compte la protection des foetus, constituant la population la plus vulnérable. Toutefois, l'OMS rappelle que le poisson joue un rôle nutritionnel essentiel dans de nombreux pays.

En juin 2006, l'OMS est revenue partiellement sur cette décision : la DHTP pour les adultes (à l'exception des femmes enceintes) revient à la valeur précédente : la dose considérée sans risque est de nouveau de $3,3\mu\text{g}/\text{kg}/\text{sem}$. (WHO/JEFCA, juin 2006).

Les doses de référence de l'OMS sont donc désormais

DHTP (méthyl mercure) = $1,6\mu\text{g}/\text{kg}$ de p.c. /Sem, soit $96\mu\text{g}/\text{sem}$. (Pour un adulte de 60 kg). Cela correspond à $0,23\mu\text{g}/\text{kg}$ de p.c. /j

DHTP (mercure total) = $196\mu\text{g}/\text{sem}$. (Pour un adulte de 60kg)

- **Aux États-Unis**, l'Agence américaine des produits alimentaires et médicamenteux (US-FDA) avait, elle, proposé jusqu'à présent une dose journalière acceptable de $0,4\mu\text{g}$ de Me Hg/kg p.c. /j, assortie de recommandation visant à limiter la consommation d'espèces de poisson contaminées par le Me Hg chez les femmes en âge de procréer. Cette dose correspondait à $2,8\mu\text{g}$ de Me Hg/kg p.c. /Sem, donc un peu inférieure à

l'ancienne DHTP de l'OMS. La logique voudrait que cette recommandation soit revue à la baisse en s'alignant sur celle de l'OMS.

L'US E.P.A avait proposé une dose de référence (RDF) de 0,1 µg de Me Hg/kg p.c./soit 0,7 µg de Me Hg/kg p.c. /sem. (Donc inférieure à la moitié de la nouvelle DHTP), en se basant sur les données de l'intoxication irakienne. Plus tard, l'EPA tient compte des données des Iles Féroé, de nouvelle Zélande et des Seychelles (US E.P.A, 2001b, Pirone, 2001). En 1997, L'E.P. A demandait sans succès à la FDA de diviser sa DHTP par 5. Depuis, un rapport du "National Research Council" (NRC, 2000) a conclu que la dose de référence de E.P.A correspondait à un niveau scientifiquement justifié pour la protection de la santé publique.

Les indications biologiques correspondant aux recommandations de l'E.P. A

Cette dose de référence de 0,1 µg de Me Hg/kg p.c. /j correspond, chez une femme adulte, aux concentrations biologiques suivantes (estimations présentées dans ATSTDR, 1999 ; NRC/NAS, 2000 ; US E.P.A, 2001b, US E.P.A 1997a) :

Mercure capillaire < 1 µg/g

Mercure dans le cordon ombilical < 6µg/l

Mercure sanguin < 5 µg/l

- **Au niveau mondial**, les différents pays ont adopté des valeurs limites pour le mercure total dans les poissons.

Assortie parfois de valeurs pour le Me Hg, et/ou de normes plus restrictives pour des populations à risque (cf. Annexe 3.).

Parmi ces différences valeurs limites, on peut relever :

Valeur limite la plus faible tolérée dans les poissons pour les groupes à risque

2,2 µg HgT/g (Canada, pour les populations consommant culturellement beaucoup de Poisson : "Aboriginal people")

Valeur les plus basses tolérées pour le mercure, pour la population entière :

0,1 µg de HgT/g (Cas de la République slovaque, mais excluant les poissons prédateurs) ; 0,3 µg HgT/g (Cas du Royaume uni, de la Chine, de la Géorgie) ; 0,4 µg de HgT/g (Japon).

La valeur couramment admise : 0,5 µg de HgT/correspondant à environ 0,4 µg de Me Hg/g (cas du Canada, de l'Inde, de la République de Corée).

Plusieurs pays ont adopté cette valeur de 0,5 µg, mais tolère 1 µg de HgT/g pour une liste de poissons prédateurs

(Cas de l'Australie, de la Croatie, de la Thaïlande, et bien sûr de l'Europe) [18].

5. Distribution du mercure dans l'environnement

Le mercure est naturellement présent dans l'environnement que ça soit dans l'eau, l'air ou les sols.

❖ AIR ET PRECIPITATION

Dans l'atmosphère le mercure est présent à 90% sous sa forme élémentaire Hg^0 . Le solde restant se compose, par teneur décroissante, de diméthylmercure, d'autres dérivés mercuriels méthyles et diméthyles, et pour moins de 1% de mercure particulaire.

La présence de mercure dans l'eau de pluie résulte à la fois de la solubilité de Hg^0 dans l'eau, de son oxydation et de son absorption subséquente sur les aérosols. La forme mono-méthyle, issue de la décomposition du diméthylmercure, constitue moins de 1% du Hg dans les précipitations. Le temps de résidence des particules atmosphériques et du mercure associé est très court, de l'ordre de quelques jours. Par contre en phase vapeur, le temps de résidence du mercure dans l'atmosphère est de l'ordre d'une année. Ainsi, une grande partie de la retombée sèche concernera les champs à proximité des sources, alors que les formes volatiles alimenteront la retombée diffuse homogénéisée à l'échelle d'un hémisphère.

❖ EAU

Le mercure divalent, complexe ou non par des espèces organiques, est la forme la plus fréquemment rencontrée dans les eaux.

En milieu aqueux, deux réactions chimiques essentielles sont en compétition : la réduction et la méthylation. La première favorise le recyclage atmosphérique, la seconde la bioaccumulation. C'est la réduction ou la méthylation du Hg^{2+}

Dans les systèmes aquatiques qui vont donc modifier son comportement et déterminer sa mobilité, biodisponibilité et sa toxicité.

❖ ROCHES-SOL

On le trouve à l'état naturel dans le cinabre (HgS). Les roches ignées, métamorphiques et sédimentaires renferment du mercure, mais ce sont les roches ultrabasiques et alcalines, qui présentent les teneurs les plus importantes. Parmi les roches sédimentaires, les schistes bitumineux sont les plus riches en mercure.

Le cinabre contient 86,2% de mercure. Les minerais de plomb et de zinc contiennent des traces de mercure.

Le mercure présent naturellement dans le sol provient aussi des dépôts atmosphériques et sédimentaires des eaux de surface [15].

6. Cycle biogéochimique du mercure

Il existe trois principales étapes gouvernant le cycle du mercure (figure suivante) :

- Son émission de source naturelle et /ou anthropique
- Son transport et son dépôt vers les environnements terrestres et aquatiques
- Sa conversion biologique et son absorption par les organismes vivants.

Cycle biogéochimique conceptuel du mercure

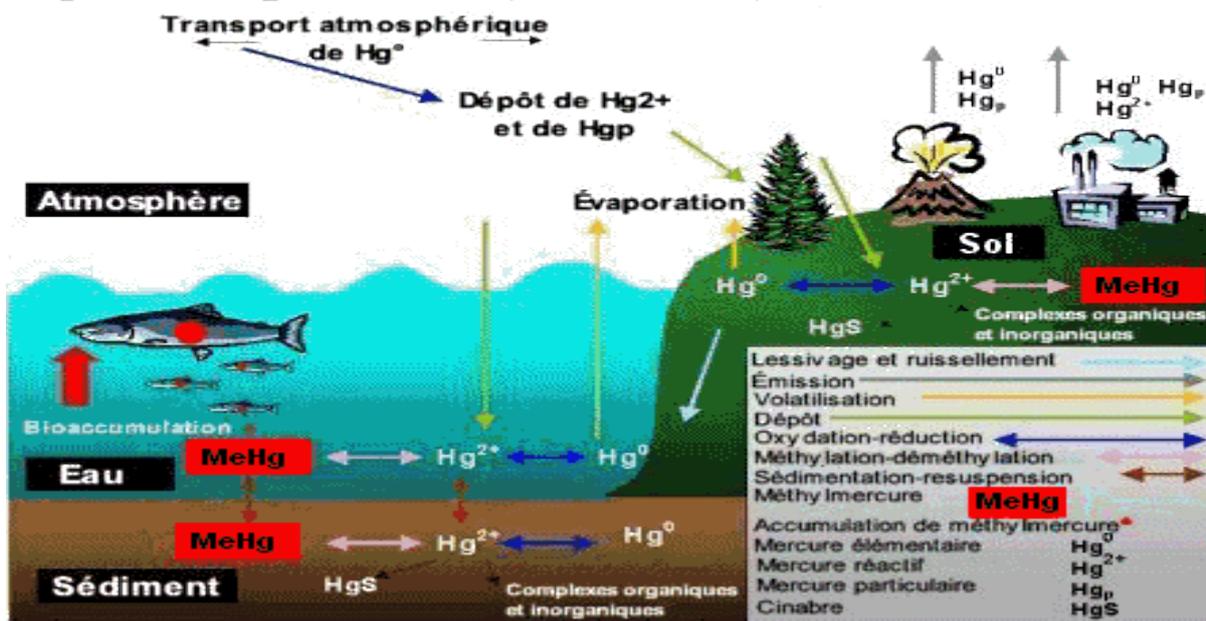


Figure 2 : cycle biogéochimique du mercure. [19]

Le cycle global du mercure est dominé par les échanges entre milieux aquatique et l'atmosphère. En milieux aqueux, deux réactions chimiques essentielles sont en compétition : la réduction et la méthylation. La première favorise le recyclage atmosphérique, la seconde la bioaccumulation. Le mercure est émis dans l'atmosphère à la fois sous forme de Hg^0 gazeux et de $Hg(II)$ gazeux et particulaire. Les sources naturelles sont constituées par les sols et les roches mercurifères, le volcanisme et la biomasse, en particulier via des feux de forêt. Les émissions anthropogéniques directes ou indirectes, les réémissions, proviennent aussi surtout des processus de combustion. Les 70% de la surface de la planète couverts d'eau sont aussi source de mercure pour l'atmosphère. Les eaux de surface abritent la formation de Hg^0 volatil par photo réduction et réduction enzymatique de l' $Hg(II)$.

Les océans et mers côtières émettent dans l'atmosphère du mercure essentiellement sous forme de mercure élémentaire (Hg^0). La présence de mercure dans l'eau de pluie qui retombe sur les continents et la mer résulte à la

fois de la solubilité de Hg^0 dans l'eau, et de son oxydation et de son adsorption subséquente sur les aérosols. La forme monométhylée, issue de la décomposition du diméthylmercure, constitue moins de 1% du Hg dans les précipitations [20].

7. Source naturelles et anthropiques d'émission du mercure

Le mercure peut être émis dans l'environnement par les processus naturels, dégazage de la croûte terrestre et évaporation à partir des eaux. Il s'échappe aussi des failles et des fissures géologiques profondes de la croûte terrestre et des volcans. Les plantes peuvent ingérer du mercure du sol pendant leur croissance et le libérer lorsqu'elles pourrissent.

Les émissions naturelles de mercure se produisent principalement sous la forme de vapeurs de mercure élémentaire (Hg^0).

Les activités humaines dégagent aussi du mercure dans l'environnement. Le mercure est utilisé dans diverses activités industrielles. Les industries émettent du mercure, dans le milieu naturel à travers leurs rejets gazeux, liquides et solides.

Les sources anthropiques diffuses (rupture des lampes, thermomètres, travaux des laboratoires, amalgames, sites d'enfouissement sanitaire etc.) proviennent de l'utilisation courante de produits contenant du mercure, ainsi que le stockage de ces produits dans les déchets ménagers ; elles sont difficilement quantifiables et sont peu étudiées.

Les sources ponctuelles sont :

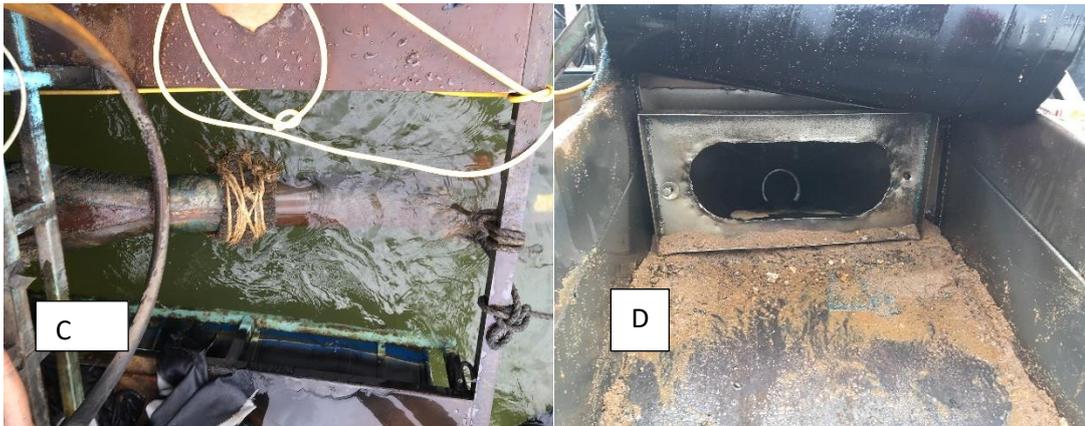
Les sources de combustion (incinérateurs des déchets dangereux, incinérateurs des hôpitaux, chaudières commerciales et industrielles etc.).

Les sources de fabrication (orpaillage, industrie du chlore, du ciment, de pâtes et de papier, appareils électriques, noir de charbon, piles etc.) et autres sources (l'énergie géothermique). Les sources ponctuelles sont dues à un certain nombre de procédés industriels, ils ont une localisation définie ce qui permet d'avoir un meilleur suivi de leurs rejets [15].

8. Procédés miniers artisanaux

8.1. Exploitation minière artisanale à l'aide de dragues

Une drague est, dans une description simple, un grand vide flottant (Image A) permettant d'exploiter des gisements alluvionnaires d'or. Il comporte quatre (4) parties principales : le moteur, la pompe, le compresseur et la plaque de fer. Le moteur le plus utilisé est le moteur diesel Mercedes 190 d'occasion. Deux tubes en plastique épais sont raccordés à la pompe (Image B). Les tubes en plastique sont reliés au gros tube par deux petits trous, un de chaque côté du gros tube. Le grand tube en fer à la partie supérieure et en plastique à la partie inférieure (Image C et D). Pendant le pompage, les sédiments et l'eau sont aspirés à travers le grand tube et passent sur un tapis situé à l'arrière de la plaque de fer. La moquette emprisonne sur elle-même des sédiments dans lesquels de l'or est déposé. Le compresseur fournit de l'air à travers un petit tube en plastique (couleur jaune) au plongeur qui tient et dirige le grand tube sous l'eau (Image E). L'huile pour engrenages EMS est l'huile utilisée pour le compresseur.





Le tapis rempli de sédiments est ensuite vidé dans un grand seau (Image F et G). Le seau est amené au bord de la rivière et lavé sur un plateau constitué principalement de bois ou de fer pour obtenir du sable noir contenant de l'or (Image H et I). Ensuite, les jeunes femmes lavent la majeure partie du sable noir et le mettent dans un petit seau. La fusion se fait dans ce petit seau en ajoutant du mercure au mélange de sable noir et d'or. Après avoir jeté le sable noir dans le lit de la rivière (contenant du mercure même s'il n'est pas visible à l'œil), le mélange de mercure et d'or est placé sur une petite plaque de métal. Une petite seringue est utilisée pour aspirer le mercure de l'amalgame en recouvrant l'extrémité de la seringue avec un petit morceau de tissu.

Le mercure dans la seringue sera utilisé pour la fusion prochaine, tandis que de l'or contient encore du mercure. Amalgame est enfin brûlé quotidiennement.

La vapeur de mercure est libérée tandis que le précieux or jaune reste sur la plaque. L'ensemble du processus se déroule sur le lit de la rivière sans aucune protection. Ils boivent aussi directement de l'eau de la rivière (Image I). Il y a généralement sept personnes travaillant sur une drague, à savoir trois plongeurs dont l'un est le plongeur en chef, deux apprentis, une dame laveuse et une dame cuisinière. Le plongeur en chef est responsable de tous les processus. Les plongeurs plongent pour tenir et diriger le grand tube à partir duquel les sédiments sont aspirés, parmi les apprentis, l'un dirige la drague et l'autre collecte les sédiments du tapis et surveille les dames qui lavent. Le cuisinier prépare pour le groupe. Ils travaillent habituellement six jours par semaine, le lundi est le jour de repos et le dimanche est le jour de la vente d'or.

8.2. Exploitation minière artisanale par des femmes lavant directement les sédiments laissés par les dragues

Chaque jour, les femmes et principalement les jeunes filles, enlèvent les sédiments souvent dans des endroits où les dragues travaillaient auparavant. Ils utilisent des plateaux en bois ou « calebasse » pour laver les sédiments. Comme avec la drague, ils enlèvent les sédiments jusqu'à ce qu'ils puissent voir de l'or à l'intérieur, puis ils gardent le mélange de sable noir et d'or dans un petit pot. Après une dure journée de travail, ils gardent leur précieux trésor dans un petit bocal en verre ou une bouteille de soda en plastique. La collection quotidienne est gardée en sécurité dans le pot.

Le dimanche, ils ajoutent du mercure à la collection et la mélange manuellement pendant quelques minutes. Après avoir mélangé, ils recueillent l'amalgame et le mettent dans un petit chiffon, le mercure est partiellement libéré dans un petit pot sur assiette et conservé pour la semaine suivante. Après

cela ils sont mis l'amalgame dans une main et avec un doigt généralement le pouce, ils sont de nouveau appuyés sur l'amalgame pour libérer le mercure. Enfin, l'amalgame est brûlé sur une assiette. Le sable noir résiduel est jeté le processus de fusion, de combustion de l'amalgame et d'élimination du sable noir résiduel (contenant du mercure) a lieu dans le ménage du village, sans aucune protection.





IV. Méthodologie

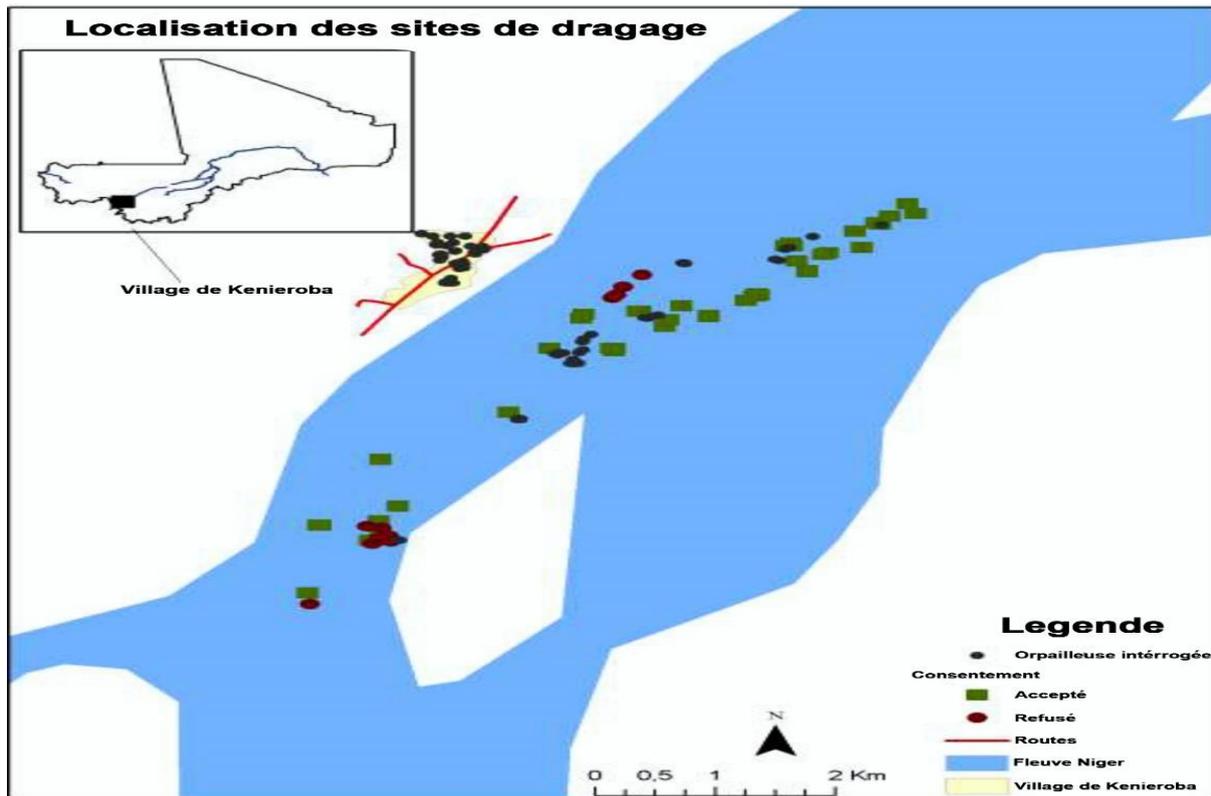
1. Cadre de l'étude

Notre étude s'est déroulée dans le village de Kénieroba, dans la commune rurale de Bancoumana. Le travail s'est réalisé tout au long du Fleuve Niger.

1-1. Lieu de l'étude

Village de Kénieroba

Kénieroba est un village situé à 73 km au sud-ouest de Bamako. Le village a été fondé par Mare Famissa Keita après son déclin pendant le règne de Samory Touré. Il fit réunir ses frères dispersés sur la terre de leurs ancêtres d'où le nom Kénieroba. Il est limité au sud-est par le village de Fourda, au nord par le village de Nanguiladougou et à l'Ouest par le village de Ticko. Il compte environ 2341 habitants essentiellement constitués de Malinké (85%), de peulh (10%), et de bambara (5%, recensement du MRTC/FMPOS 2012).



Carte du Mali et sites d'orpaillage dans la commune rurale de Bancoumana

1-2. Végétation/hydrographie/climat

Le village de Kénieroba est situé le long du fleuve Niger (ou fleuve Djoliba) qui constitue le principal réseau hydrologique. La couverture végétale originale rencontrée sous un climat soudano-guinéen marque la transition entre la savane arborée et la forêt guinéenne. Ce type de végétation existe encore à l'état délictuel au niveau des bois sacrés et le long du fleuve Niger.

Les feux de brousse, exploitation du bois de chauffage, les défrichements nécessaires aux cultures ont profondément dégradé cette végétation, devenant propice à l'implantation des moustiques, vecteurs du paludisme.

La savane arborée constitue la principale formation végétale mais aussi quelques galeries forestières sont rencontrées le long du fleuve Niger. On distingue :

- Une strate arborée avec les espèces telles que *Bombax costatum* (kapokier), *vitellaria paradoxa* C.F. Gaertn. (Karité), *parkia biglobosa* Jacq. (Néré), *Tamarindus indica* L. (Tamarinier), *Manguifera indica* L. (Manguier) ;
- Une strate arbustive composée de *Combretum micranthum* G. Don (kinkeliba) ; *Guiera senegalensis* JF. Gmel (kundie en bambara), *Cassia sieberiana* DC (case de Sieber, *sindja* (pular)) ;
- Une strate herbacée de graminées dont *cymbopogon giganteus* chiov. (Tiekala), *pennisetum Trin* et *Andropogon sp* (ouaga) ; et
- Une galerie forestière caractéristique de la savane guinéenne se forme le long du fleuve Niger.

Deux grandes saisons se succèdent dans cette zone : la saison des pluies de juin à octobre et la saison sèche de novembre à mai. Une courte saison de transition s'étalant de novembre en janvier que les communautés rurales désignent sous l'appellation vernaculaire de fòbònda se caractérise par un aboutissement voire un rafraichissement des températures par l'arrivée des côtes atlantiques de l'harmattan. L'habitat de type traditionnel, est constitué de cases rondes ou rectangulaires en terre battue et aux toitures en chaumes coniques, mais quelques maisons ont des revêtements en tôle. Le village est situé dans une grande plaine qui s'étend jusqu'au fleuve Niger. La plaine présente de nombreuses retenues d'eau pendant la saison des pluies. C'est une plaine de riziculture. La température la plus élevée est de 40 °C au mois de mai et la plus basse est voisine de 18 °C aux mois de décembre-janvier.

La température moyenne annuelle est autour de 23°C. D'une manière générale le climat est assez agréable et la végétation est luxuriante.

1-3. Infrastructures socio-sanitaires

La commune rurale de Bancoumana dispose :

➤ Dans le domaine de l'éducation

- Dix (10) écoles publiques dont 4 seconds cycles
- Trois (3) écoles communautaires
- Sept (07) medersas communautaires
- Dix-huit (18) Centres d'alphabétisation.

➤ Dans le domaine de la santé

- Quartes (4) dispensaires (Keniéroba, Djiguidala et Niamé)
- Cinq (5) maternités
- Huit (8) dépôts pharmaceutiques
- Un CSCOM : celui de Bancoumana
- Une pharmacie (officine privée)

1-4. Activités socio-économiques et culturelles

Les activités socioéconomiques dominantes dans la commune rurale de Bancoumana sont l'agriculture, l'élevage, la pêche, l'artisanat, le commerce et la cueillette.

L'agriculture constitue la principale activité économique des populations. La plaine de Bancoumana est propice aux cultures vivrières et industrielles. Aux abords du village, dans les retenues d'eau (deux digues), la culture du riz est très développée.

Celle du sorgho, du mil, du maïs, du haricot, de la papaye, de l'orange et du citron a lieu surtout dans les alentours des concessions ou dans des jardins. La culture du dah, du coton, de l'arachide, de la courge, de concombre, de l'ognon, de la patate douce, de la pomme de terre, du piment, du poivre de guinée, du tabac, du cotonnier, du sésame, de la tomate, de la banane ainsi que d'autres produits maraîchers constituent d'importantes ressources de revenu pour la population.

L'élevage des ovins, des caprins et des bovins y est pratique comme une activité économique secondaire. On y retrouve aussi quelques équidés (ânes et chevaux) utilisés comme animaux de trait. La plupart des villageois thésaurisent leurs revenus dans l'élevage et dans les cultures industrielles.

La pêche est également pratiquée par les ethnies Bozo et Somono principalement dans les villages de Fourda et de Bozokin.

L'artisanat local est peu développé (cordonnerie, forgerie, maçonnerie, poterie). En dehors de la commercialisation des produits agricoles ; le commerce des produits de consommation courante y est pratique.

Depuis 2012, Kénieroba connaît une forte progression de l'extraction minière artisanale et à petite échelle de l'or par dragage sur le Fleuve Niger.

L'Islam représente la religion la plus dominante avec 95% de sujets. Cependant, les religions traditionnelles sont assez présentes dans certaines grandes familles et sont visibles dans les pratiques quotidiennes de la vie socioculturelle.

2. Type d'étude et durée

Il s'agit d'une étude transversale descriptive qui s'est déroulée du 3 avril au 10 avril 2018

3. Population d'étude

Elle était constituée de toute Drague, toute population masculine, féminine et infantile travaillant sur une drague, toute femme lavant directement les sédiments laissés par la drague, tout patient vus en consultation.

3-1. Critère d'inclusion

- Inclusions des dragues :

- Ont été incluses dans notre étude toutes les dragues présentes dans la zone d'étude ;
- Les dragues accessibles ;
- Les dragues fonctionnelles, et avec tous les membres de l'équipe ;

-Inclusion des personnes :

Les sujets répondant aux critères ci-dessous ont été inclus dans cette étude :

- Communautés minières pratiquant l'extraction minière artisanale et à petite échelle de l'or par dragage, les femmes orpailleuses, toutes les personnes enregistrés dans le registre de consultation;
- Résider dans le village de kénieroba ;
- Accepter volontairement de participer à l'étude comme attesté par le consentement libre et éclairé.

3-2. Critère de non inclusion

-Non inclusion des dragues :

- Les dragues en panne
- Absence de consentement du propriétaire

-Non inclusion des personnes :

Absence de consentement

N'étaient pas inclus dans cette étude, les enfants, des populations masculine, féminine des zones minières et des communautés minières résidant dans d'autres villages.

Les patients non enregistrés dans le registre de consultation

4. Echantillonnage

a) Pour les dragues un recensement a d'abord été effectué en comptant toutes les dragues dans la zone d'étude, 74 dragues ont été enregistrées, 13 dragues ont été exclus de l'étude pour accès difficile. Puis un autre recensement a été effectué sur 61 dragues en collectant des données –sociodémographiques, 15 dragues ont refusé de participer à l'étude. Un recensement de 125 orpailleuses d'or indépendantes a été menée à la fois dans le lit du fleuve et dans le village. Pour des raisons logistiques, nous n'avons pas fait un recensement pour tous. Pour la drague le brûlage de l'amalgame est quotidien, alors qu'il est hebdomadaire pour les orpailleuses indépendantes.

5. Collecte des données

La collecte des données sociodémographiques a été faite à partir d'une fiche d'enquête individuelle servant de questionnaire, elle a consisté à une interview dont les données sont consignées dans le questionnaire, Le registre de consultation.

Le revenu a été estimé en déterminant la quantité d'or produite quotidiennement par drague multipliée par le prix de l'or par gramme moins le coût d'exploitation. Sachant qu'ils travaillent 6 jours par semaine. Les revenus ont été calculés selon les normes de paiement établies : 1/3 pour les plongeurs, 2/3 pour le propriétaire. La laveuse et la cuisinière touche un salaire mensuel fixe.

6. Analyse des données

Les données obtenues ont été saisies sur le logiciel Excel et analysées avec le logiciel graph pad prism 7.037.

7. Considérations éthiques

Avant de débiter l'enquête nous avons tenu à informer et à avoir l'accord du chef de village de Kénieroba ; toutes les personnes rencontrées dans le cadre de cette étude ont été informées des objectifs de l'étude. Ce travail a été réalisé en respectant le consentement éclairé verbal. Nous avons chaque fois expliqué aux enquêtés que les données collectées seront confidentielles.

V. Résultats

Au cours de l'étude, nous avons enregistré un total de 74 dragues, sur lesquelles nous avons effectué un recensement dans 61 dragues. Sur les 61 dragues, 75,41% des dragues ont été inclus dans l'étude, ce qui représente 366 orpailleurs. Pour les 46 dragues ayant participé à l'étude, 30 ont accepté de fournir des données sur le poids de l'amalgame avant et après le brûlage. Pour les orpailleuses 33 ont accepté que l'équipe pèse leur amalgame avant et après l'avoir brûlé. Nous avons retenus 598 patients répondants aux critères d'inclusion.

1. Caractéristiques socio-démographiques

Tableau I : Fréquence des orpailleurs par sexe dans les dragues à Kénieroba

Sexe	Nombre	Pourcentage
Hommes	269	73,5
Femmes	97	26,5
Total	366	100

La majorité des orpailleurs étaient des hommes 73,5%, tandis que les femmes représentaient 26,5%.

Tableau II : Répartition des orpailleurs travaillant dans les dragues par sexe et par âge.

Age en années	Hommes		Femmes		Total	
	n	%	n	%	N	%
<18	36	13,38	60	61,86	96	26,23
18-24	145	53,9	29	29,9	174	47,54
25-34	76	28,25	5	5,15	81	22,13
35-44	10	3,72	3	3,09	13	3,55
≥45	2	0,74	0	0	2	0,55
Total	269	100	97	100	366	100

Parmi les orpailleurs, 47,54% avaient entre 18 et 24 ans, 61,86% des orpailleuses de dragues avaient moins de 18 ans.

Tableau III : Etat civil des orpailleurs travaillant sur les dragues par sexe.

Etat civil	Hommes		Femmes		Total	
	n	%	N	%	N	%
Marié (e)	96	35,69	27	27,83	123	33,61
Célibataire	173	64,31	69	71,13	242	66,12
Veuf / veuve	0	0	1	1,03	1	0,27
Total	269	100	97	100	366	100

Au total 66,12% des personnes travaillant sur les dragues étaient célibataires, 64,31% étaient des hommes, tandis que 71,13% des femmes étaient célibataires. Les femmes mariées représentaient 27,83%.

Tableau IV : Niveau d'éducation des orpailleurs travaillant sur les dragues par sexe.

Niveau d'éducation	Hommes		Femmes		Total	
	N	%	N	%	N	%
Non scolarisée	102	37,92	42	43,3	144	39,34
Primaire	65	24,16	29	29,9	94	25,68
Secondaire	72	26,77	19	19,59	91	24,86
Supérieur	4	1,49	2	2,06	6	1,64
Enseignement coranique	26	9,67	5	5,15	31	8,47
Total	269	100	97	100	366	100

Au total 39,34% n'avaient aucune éducation. Parmi les femmes 43,3% n'étaient pas scolarisées, 29,9% fréquentaient l'école primaire et 19,59% l'école secondaire. Parmi les hommes, 37,92% n'avaient reçu aucune éducation, 24,16% avaient fréquenté l'école primaire et 26,77% avaient atteint le secondaire.

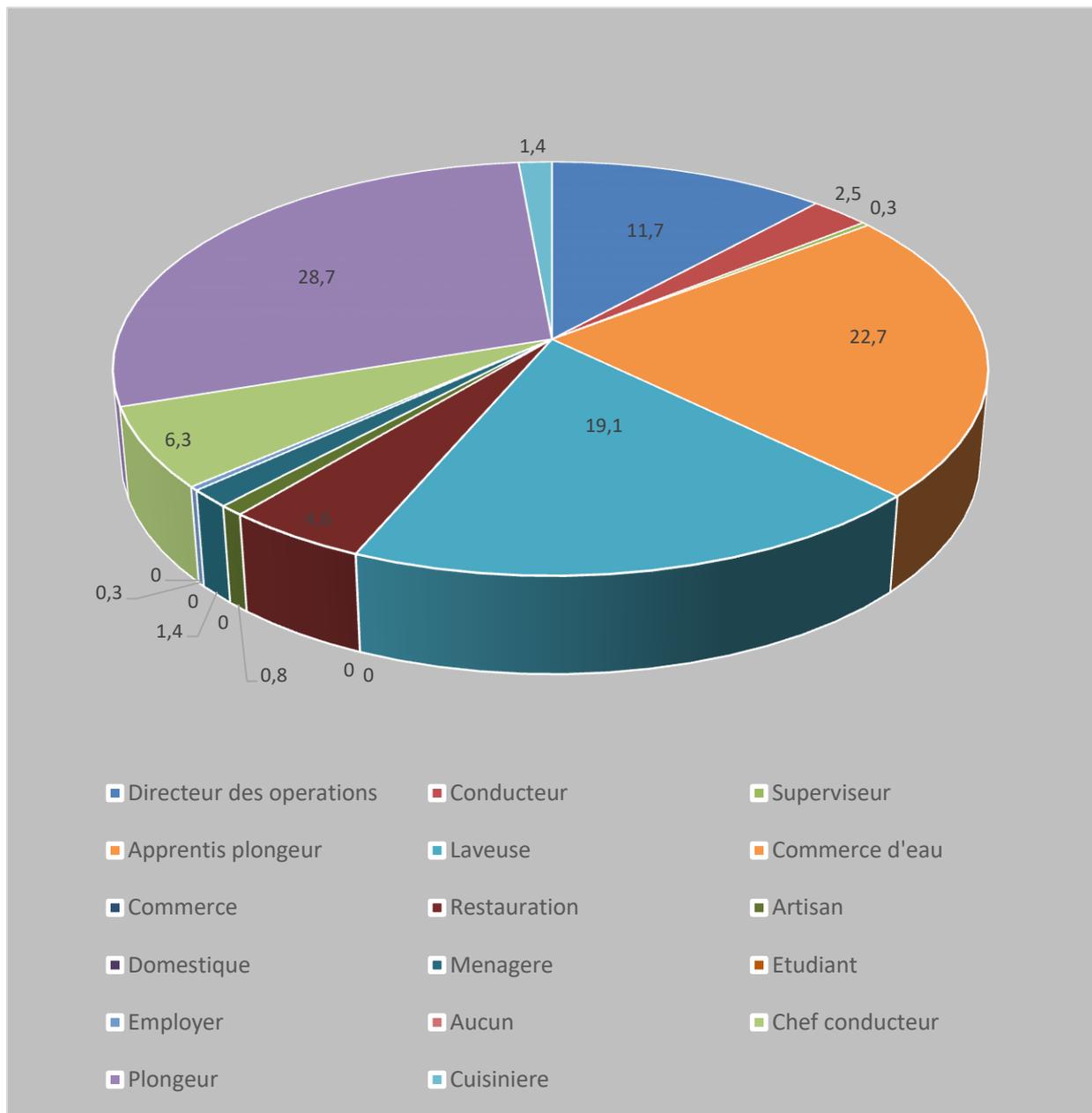


Figure 3 : Type d'activité exercée sur le site minier

Les plongeurs et les apprentis plongeurs étaient les plus représentés avec 28,7% et 22,7 %, les laveuses représentaient 19,1% suivies des directeurs des opérations 11,7%.

Tableau V : Fréquence des orpailleuses indépendantes par âge

Age en années	Nombre	Pourcentage
<18	8	6,4
18-21	22	17,6
22-25	21	16,8
26-29	10	8
30-34	10	8
35-39	16	12,8
40-44	15	12
≥45	23	18,4
Total	125	100

Nous avons retrouvé que 17,6% des orpailleuses indépendantes avaient un âge compris entre 18-21 ans et 16,8% avaient un âge compris entre 22-25 ans.

Tableau VI : Niveau d'éducation des orpailleuses indépendantes

Niveau d'études	Nombre	Pourcentage
Non scolarisé	3	2,4
Primaire	82	65,6
Secondaire	39	31,2
Enseignement coranique	1	0,8
Total	125	100

Chez les orpailleuses indépendantes 65,6% fréquentaient l'école primaire, et 31,2% ont atteint l'école secondaire, et 2,4% n'avaient pas été à l'école.

Tableau VII : Etat civil des orpailleuses indépendantes

Etat civil	Nombre	Pourcentage
Mariée	116	92,8
Célibataire	8	6,4
Veuf /Veuve	1	0,8
Total	125	100

Seulement 6,4% des orpailleuses indépendantes étaient célibataires, les femmes mariées ont représenté 92,8%.

2. la quantité, les concentrations totales de mercure par gramme d'or produit dans les sédiments

Tableau VIII : La quantité de mercure par gramme d'or produit

Production Moyenne /Drague	Production Moyenne Mercure par g/d'or (Hg : Au)	Quantité de Mercure Rejeté
3,95	0,54	2,12

*moyenne géométrique

** Quantité totale de mercure = [production d'or (Revenus) × Moyenne Hg :Au]

Le mercure rejeté quotidiennement par drague est égale 2,13g sous forme de vapeur de mercure.

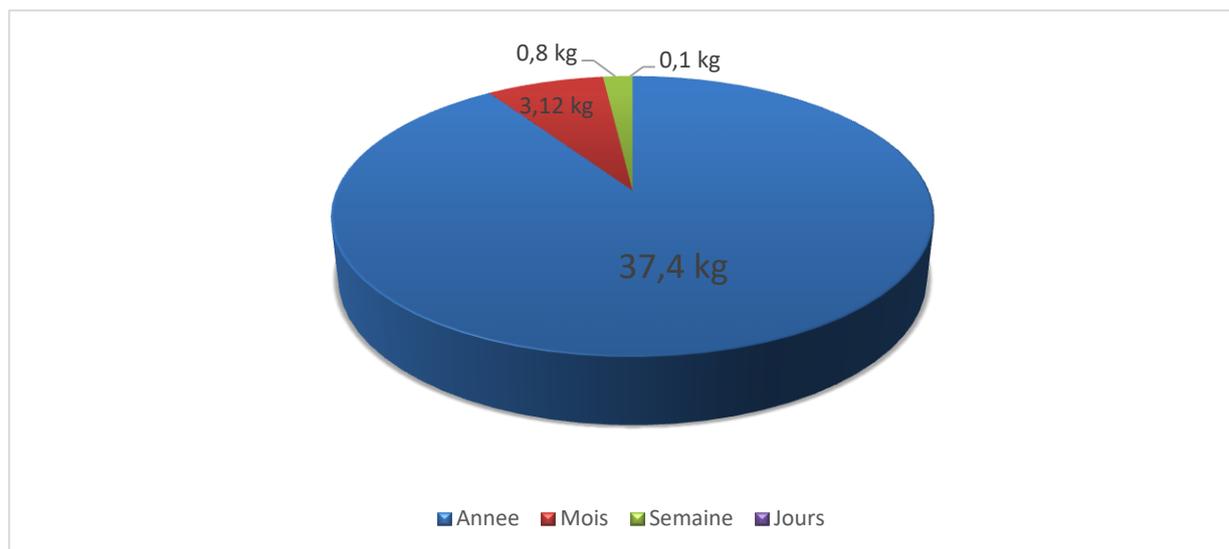


Figure 4 : Concentration de mercure total rejeté dans les sédiments à Kénieroba

La quantité de mercure rejeté par les dragues sous forme de vapeur de mercure dans le village de Kénieroba est estimée à 37,4 kg de mercure par année

Tableau IX : La quantité de mercure par gramme d'or produit par les orpailleuses indépendantes

Production Moyenne / Orpailleuse	Production Moyenne Mercure par g/d'or (Hg : Au)	Quantité de Mercure Rejeté
0,15	1,25	0,18

*moyenne

** Quantité totale de mercure = [production d'or (Revenus) × Moyenne Hg : Au]

Le mercure rejeté quotidiennement par les orpailleuses indépendantes est 0,18 g sous forme de vapeur de mercure.

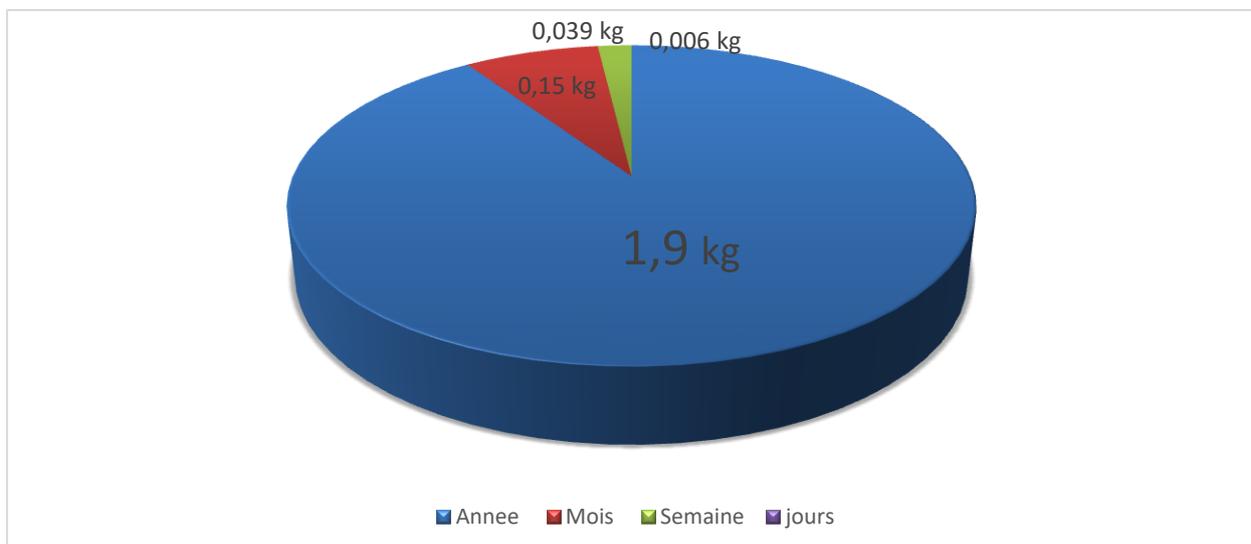


Figure 5 : Concentration de mercure total rejeté par les orpailleuses indépendantes à Kénieroba

La quantité de mercure rejeté par les orpailleuses indépendantes sous forme de vapeur de mercure est estimée à 1,9 kg de mercure par année.

3. Les revenus collectés par le village de Kénieroba et la commune rurale de Bancoumana

Tableau X : recettes fiscales mensuelle collectées

Types de recettes	Recette total	Kénieroba 60%	Bancoumana 40%
Autorisation	100000	60000	40000
Taxes	25000	15000	10000
Total	125000	75000	50000

Les revenus générés dans l'ensemble par le village de Kénieroba et la commune rurale de Bancoumana est de 125 000 FCFA par mois.

Tableau XI : Coûts quotidien de l'activité d'orpaillage

Eléments de couts	Montant en FCFA
Gaz	37 500
Petit déjeuner	2000
Mercure en g	1000
Total	40 500

1g de mercure vaut 1000 francs

Le coût quotidien d'exploitation d'une opération d'or est 40 500 francs CFA.

Tableau XII : Revenus quotidien total dû à la production d'or

Production d'or	Poids/g	Prix d'un gramme d'or	Total
Drague	3,95	21 000	82950

Revenu quotidien total = [nombre total d'or produit/j × le prix d'un gramme d'or]

La valeur journalière d'une drague est de 82 950 francs CFA.

Tableau XIII : Revenus générés par les activités liées à l'orpaillage

Types d'activités	Montant en FCFA
Propriétaire	173 800
Plongeur	28966
Laveuse	25000
Cuisinière	25000
Total	252 766

Les propriétaires avaient la plus grosse part de revenus en argent soit 173 800 FCFA par semaine par contre la laveuse et la cuisinière avaient un salaire mensuel fixe de 25 000 FCFA par mois.

4. Aspects cliniques

4.1. Données socio-démographiques des patients

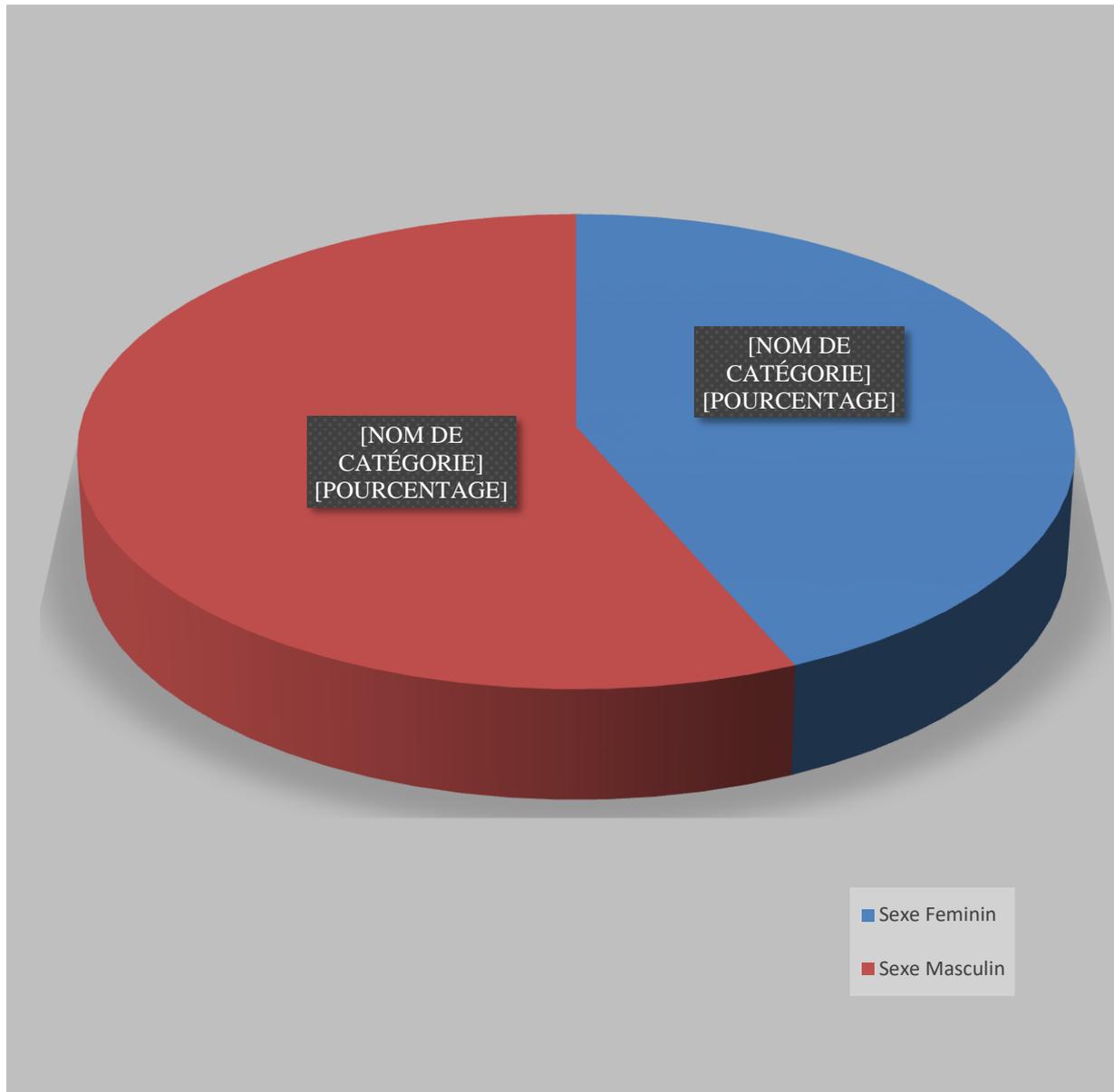


Figure 6 Répartition des patients selon le sexe

Le sexe masculin était le plus fréquent 57%.

Tableau XIV : Répartition des patients selon l'âge

Age en années	Nombre	Pourcentage
0-9	247	41,3
10-19	125	20,9
20-29	107	17,89
30-39	54	9,03
40-49	27	4,52
50-59	12	2,01
60-69	16	2,68
70-79	6	1
80-89	3	0,5
90 et plus	1	0,17
Total	598	100

La tranche de 0-9 ans a été la plus représenté soit 41 ,3%.

Tableau XV : Répartition des patients selon la résidence

Résidence	Nombre	Pourcentage
Bancoumana	2	0,33
Camp penal	18	3,01
Cissebougou	8	1,34
Fourda	100	16,72
Kangaba	2	0,33
Kénieroba	321	53,68
Kourlabougou	1	0,17
Madina	17	2,84
Niaganabougou	92	15,38
Ouoronina	5	0,84
Passager	2	0,33
Sambara	23	3,85
Tallaye	1	0,17
Tèkè	1	0,17
Tieko	5	0,84
Total	598	100

La majorité des patients résidait à Kénieroba dans 53,68% des cas.

Tableau XVI : Répartition des patients selon l'ethnie

ETHNIE	Nombre	Pourcentage
Bambara	65	10,87
Bozo	81	13,54
Dogon	8	1,34
Malinké	335	56,02
Minianka	1	0,17
Peulh	102	17,05
Senoufo	5	0,84
Sonrhäi	1	0,17
Total	598	100

L'ethnie malinké était prédominante avec 56,02%.

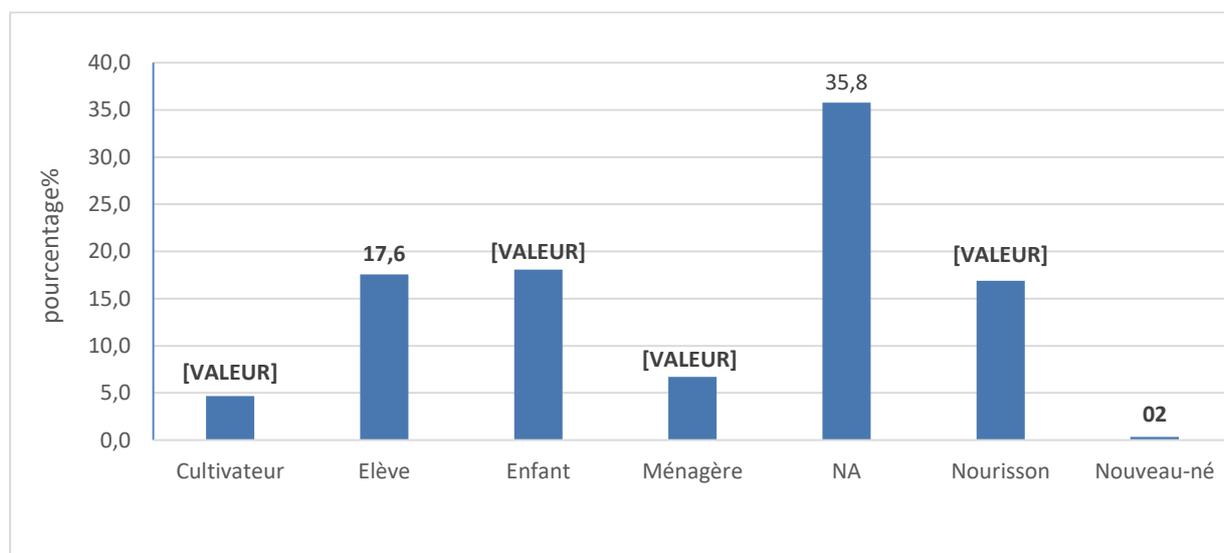


Figure 7 : Répartition des patients selon la profession

Les professions non connues étaient les plus représentées avec 35,8%.

4.2. Donnés cliniques :

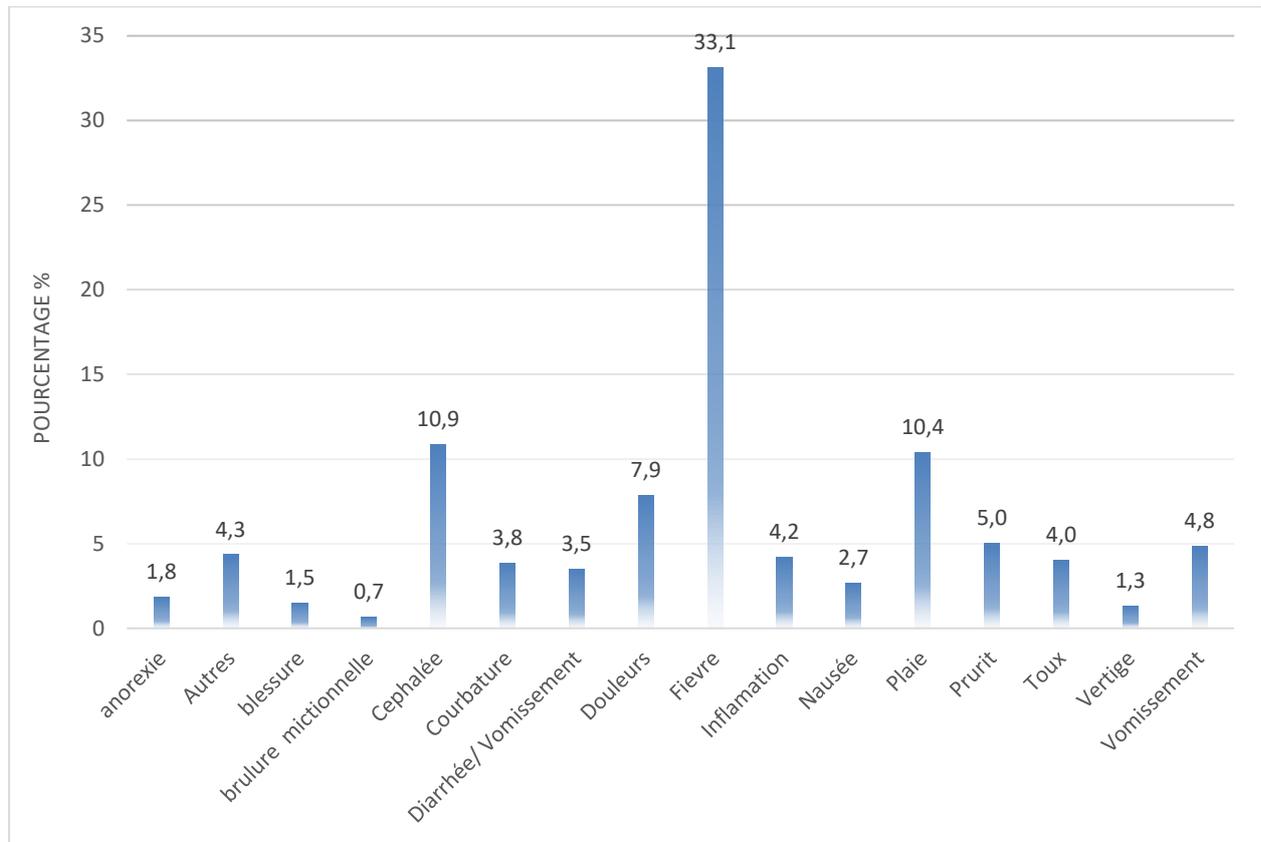
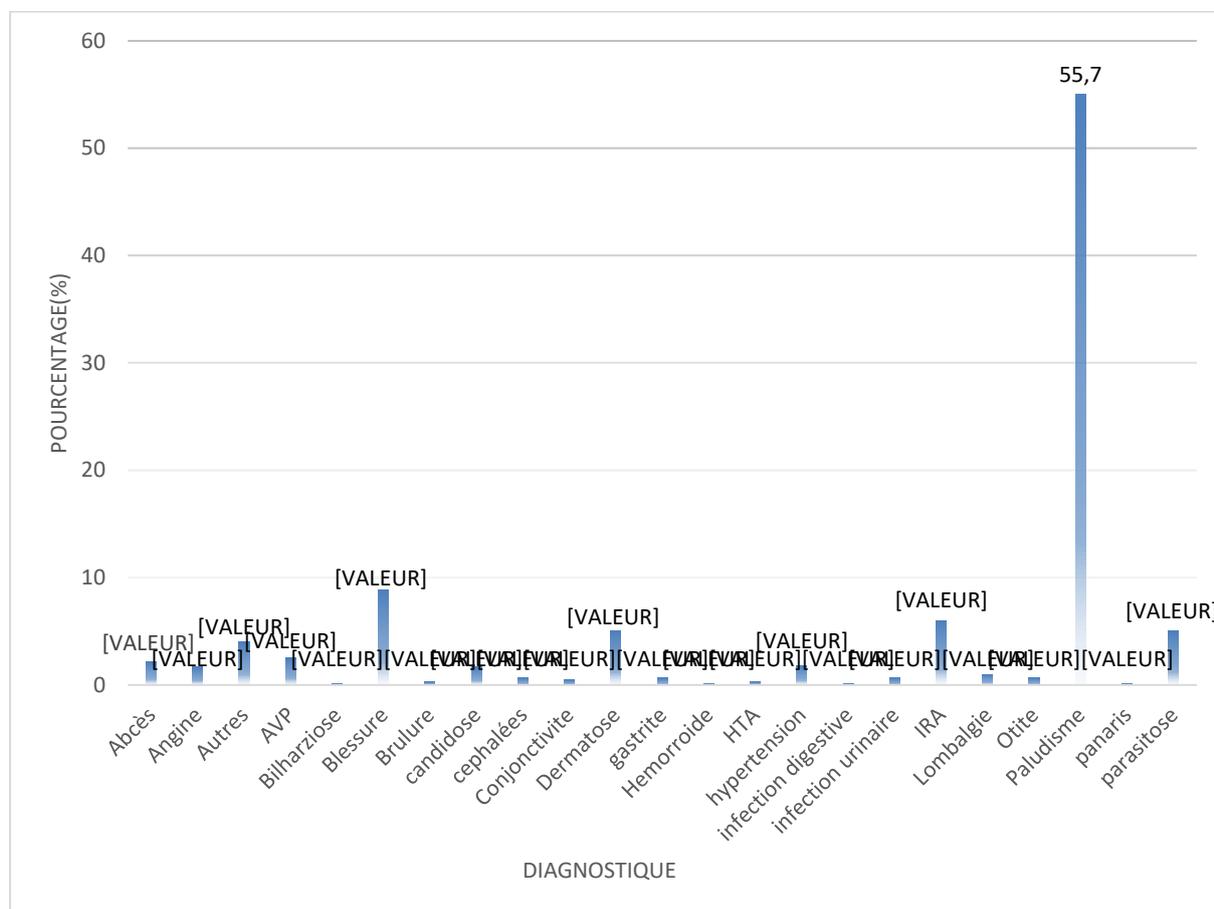


Figure 8 : Répartition des patients selon le motif de consultation

La fièvre représentait le motif de consultation le plus fréquent soit 33,1%.

Figure 9 : Répartition des patients selon les pathologies



Le paludisme était la pathologie la plus dominante avec 55,7% suivi des blessures 8,9%, les infections respiratoires aiguës 6%, les dermatose 5% et les parasitoses 5%.

VI.COMMENTAIRES ET DISCUSSIONS

➤ Données socio-démographiques

Les résultats de cette étude ont permis de mettre en évidence que la majorité des orpailleurs étaient des hommes 73,5% et les femmes représentaient 26,5%. Cela se justifie par le fait que le travail des orpailleurs est surtout masculin. Cette prédominance est retrouvée dans l'étude de Baba Faradji avec 62,4% pour les hommes et 37,6% des femmes [30]. Le tableau 3 fait remarquer l'implication des orpailleurs dont l'âge varie entre 18-24 ans soit 47,54%, et plus important 61,86% des orpailleuses avaient moins de 18 ans. Baba Faradji a trouvé que 22,6% des orpailleurs avaient moins de 19 ans. Nos résultats concordent avec cette étude.

Human rights Watch a estimé entre 20000 à 24000 enfants quant à leur étude sur la participation des enfants dans l'orpaillage [21], la participation des femmes dans l'EMAPE dépasse largement les 50% soit environ 60000 à 70000 [1].

La participation des femmes dans l'extraction minière artisanale et à petite échelle varie d'une région du monde à l'autre elle représente 10% de la population vivant de l'extraction minière artisanale en Asie, 10 à 20% en Amérique latine et 40 à 50% en Afrique [4]. Les personnes travaillant sur les dragues étaient célibataires soit 66,12%. Les mêmes prédominances ont été rapportées par Baba Faradji [30] qui a trouvé une prédominance des orpailleurs célibataires soit 50%. Les nombres étonnément élevés des femmes célibataires soit 71,13%, les femmes mariées ont représenté 27,83%. Cela montre que les femmes peuvent courir des risques dus à leur vulnérabilité aux violences

sexuelles (les infections sexuellement transmissibles principalement la gonococcie et les infections par le VIH).

Surtout les femmes en âge de procréer transmettent le risque à leur fœtus en développement en cas d'exposition au mercure lors de la grossesse ou en raison des toxines accumulées dans leur corps avant la grossesse.

En outre, notre étude révèle que 39,34% des orpailleurs n'avaient reçu aucune éducation. Parmi les hommes 37,92% n'étaient pas scolarisés, les femmes non scolarisées étaient majoritaires soit 43,3%. Cela montre l'orpaillage ne favorise pas la lutte contre l'analphabétisme, au contraire, c'est une activité qui participe à la déscolarisation des. Ces résultats sont plus élevés que ceux obtenus par Baba Faradji avec 36,9% des femmes non scolarisées [30].

Les résultats obtenus évoquent également que cette activité est pratiquée en majorité par des plongeurs soit 28,7% des habitants du site minier, 22,7 % des apprentis plongeurs, suivies des laveuses et des directeurs des opérations. Nos résultats diffèrent de ceux rapportés par Baba Faradji qui a trouvé respectivement 85% des laveurs et 66% des plongeurs [30].

Par ailleurs, nos enquêtes montrent que les femmes ont une présence constante dans l'EMAPE, un nombre considérable des orpailleuses d'or indépendantes lavant directement les sédiments laissés par dragage avaient moins de 24 ans soit 17,6 % à 16,8 % et la plupart d'entre elles ont été à l'école. Ainsi plus de 65% fréquentaient l'école primaire, et plus de 30% ont atteint l'école secondaire. Seulement 6% des orpailleuses d'or indépendantes étaient célibataires. Ces résultats sont similaires aux travaux antérieurs effectués. L'EMAPE de l'or est

pratiqué dans plus de 70 pays par environ 10 à 15 millions des orpailleurs, dont 4 à 5 millions de femmes et d'enfants [23,24].

➤ **Quantité de mercure par gramme d'or produit par dragues et par orpailleuses indépendantes**

Le mercure quotidien rejeté par drague est de 2,13 g. Nos résultats sont similaires à ceux de Baba Faradji durant l'opération 40% du mercure peuvent s'échapper dans la nature sous forme des billes métal ou de vapeurs soit 2 g de mercure « s'évaporent » par gramme d'or récupéré [1].

Selon (Veiga et al., 2014), 1000 à 1600 tonnes de mercure métallique sont rejetées chaque année par des mines artisanales [24]. Étonnamment, la quantité de mercure rejetée par les dragues à Kénieroba sous forme de vapeur de mercure est d'environ 37,4 kg par an.

Le mercure rejeté par les orpailleuses d'or indépendantes est estimé à 1,9 kg par an, les orpailleuses utilisent deux fois plus de mercure que les dragues. En outre, ils brûlent « l'amalgame » dans le ménage.

Dans l'ensemble du monde, l'EMAPE est responsable d'environ 37% des émissions de mercure et elle représente la source la plus importante de pollution mercurielle de l'air et de l'eau [25].

➤ Revenu

Nos résultats ont révélé que pour commencer à exploiter la drague, les propriétaires paient officiellement 100 000 francs CFA au village, dans la pratique, ils paient souvent 50 000 francs CFA de plus. Cette étude permet d'affirmer que les revenus issus de l'EMAPE varient ainsi d'un exploitant à un autre. Par conséquent le propriétaire reçoit 173 800 francs CFA par semaine, un plongeur reçoit 28 966 francs CFA par semaine, mais pour un apprenti plongeur, il n'y a pas un prix fixe, ils ne font que recevoir une petite part des plongeurs. Kénieroba compte 74 dragues, si la taxe mensuelle est versée normalement, le village de Kénieroba obtient 1 110 000 francs CFA et la commune rurale de Bancoumana reçoit 740 000 francs CFA. Le même constat a été faite par Baba Faradji qui a rapporté que pour près de 53% des concessions, l'orpaillage par drague constitue la première source de revenu [30]. Toute intervention réfléchie visant à réduire la pollution par le mercure dans ce contexte devrait tenir compte des revenus non seulement des orpailleurs, mais également des communautés situées autour des sites miniers. Les bénéficiaires identifiés sont la commune rurale de Bancoumana, le conseil du village, les propriétaires de dragues, les plongeurs, les orpailleuses indépendantes et.

➤ Aspects sanitaires

Dans notre étude, parmi les patients le sujet de sexe masculin était prédominant soit 57%. Contrairement à l'étude de CISSE [27] où la prédominance était féminine et la classe d'âge 7-8 ans était majoritaire avec 12,2%. Baba Faradji a trouvé 62,37% de sexe masculin [30]. La tranche d'âge [0-9] ans a été la plus représentée dans notre étude soit 41,3% cela s'explique par le fait que cette couche représente la couche la plus vulnérable. Kénieroba étant le centre de notre étude, la majorité des malades y réside avec 53,68%. La majorité des patients étaient des malinkés 56,02%. Cette ethnie est majoritaire dans le village de Kénieroba. Nos résultats ont révélé que la profession de 35,8% des patients est non connue. Ce taux pourrait s'expliquer dans notre étude par le fait que la profession de la plus part des patients n'était pas écrit dans le registre de consultation.

Il ressort de notre étude que, la fièvre représentait le motif de consultation le plus fréquent soit 33,1%. Le paludisme a été la pathologie la plus représentée avec un taux de 55,7% suivi des blessures 8,9%, les infections respiratoires aiguës 6%, les dermatoses 5% et les parasitoses 5%. Au Mali le paludisme est la première cause de consultation, d'hospitalisation et de mortalité dans les formations sanitaires et sa prévalence nationale est de 36% chez les enfants de moins de 5 ans [28].

Ce taux pourrait s'expliquer dans notre étude par le fait que la présence du fleuve jouerait un rôle dans le maintien de la transmission du paludisme.

Ces pathologies peuvent être des conséquences directes ou indirectes de l'extraction minière dans ce milieu. Ces résultats sont similaires à ceux de

M'bouye qui a trouvé que le paludisme occupent la première place des cas de fièvre à Kénieroba, 41,8% des accès fébriles instantanés étaient d'origine palustre [29]. Selon les statistiques sanitaires disponibles dans la zone de Kénieba les maladies les plus courantes enregistrées en 1999 sont surtout le paludisme, les infections respiratoires aiguës, les diarrhées, les traumatismes, les dermatoses et les maladies sexuellement transmissibles [1].

➤ **Difficultés et limites de l'étude :**

Notre étude s'est inscrite dans le cadre d'une étude transversale sur l'extraction minière artisanale et à petite échelle de l'or et morbidité à Kénieroba. La difficulté de l'étude a été l'accès des dragues et la disponibilité des orpailleurs à répondre aux questions. En raison des temps limités et des ressources limitées, nous n'avons pas pu réaliser un échantillonnage exhaustif de l'ensemble des dragues et les orpailleuses d'or indépendantes. Les informations données manquent du registre de consultation.

VII. CONCLUSION

Au terme de cette étude, on peut retenir que l'extraction minière artisanale à petite échelle de l'or est une source de revenus importante, sinon la plus importante pour les orpailleurs de Kénieroba. La majorité des orpailleurs sont jeunes, non éduqués et célibataires. Ils travaillent tous sans équipement de protection individuelle. Les femmes brûlent « *l'amalgame* » au sein du ménage, ce qui très préoccupant chez la majorité d'entre elles, elles sont en âge de procréer et les enfants sont souvent proches d'eux. Le mercure annuel estimé libérer dans l'air sous forme de vapeur de mercure par drague à Kénieroba est de 37,4 kg par an, tandis que les orpailleuses libèrent 1,9 kg par an.

Le paludisme a été la pathologie la plus dominante suivi des blessures, les infections respiratoires, les dermatoses et les parasitoses.

Des études supplémentaires sont nécessaires pour une évaluation approfondie de l'exposition dans le cadre d'une étude de cohorte au sein de cette population.

VIII. Recommandations

A l'issue de ce travail nous formulons les recommandations suivantes :

1-Aux autorités

-Il parait urgent de mieux encadrer les orpailleurs par un changement de comportement qui va permettre l'utilisation de nouvelles techniques propres pour l'extraction de l'or dans les villages comme le souhaite la convention de Genève sur le mercure.

-Prendre de nouvelles décisions juridiques contre la pratique de l'orpaillage par drague dans le lit du fleuve.

-Interdiction de l'utilisation de mercure dans l'EMAPE tout en les initiant à de nouvelles techniques non-polluantes.

-Instituer un contrôle permanent de mercure, son stockage, et sa vente pour éviter leur usage abusif et nuisible.

-Sensibiliser la population sur les méfaits de ces produits chimiques et le mode d'absorption dans le corps ;

-Sensibilisation de la population sur les méfaits de l'activité de l'EMAPE et de l'importance de l'éducation

-Prendre immédiatement des mesures pour réduire la participation des femmes et des enfants qui représentent les personnes les plus sensibles au mercure.

2- Aux autorités sanitaires du pays

- Elaborer une stratégie globale de santé publique visant à s'attaquer à l'exposition et à l'intoxication chronique au mercure.
- Une formation sur les risques sanitaires et environnementaux favorisera une meilleure prise en compte du danger chez les orpailleurs.
- Renforcer les compétences des prestataires de soins à tous les niveaux sur les problèmes de santé liés à L'EMAPE.
- Sensibiliser la population environnante sur l'importance de l'hygiène individuelle.

3-Aux ministères de l'éducation

- Faciliter l'accès à l'école pour tous les enfants, et la réduction des abandons à tous les niveaux d'enseignement.

4-Aux orpailleurs

- Prendre en compte les risques liés à l'exposition face au mercure pour adopter des comportements protecteurs.

Références Bibliographiques

1. **SEYDOU KEITA.** Etude sur les mines artisanales et exploitations minières à petite échelle au Mali, In mining Minerals and sustainable development N0 80, Aout 2001, p. 8.
2. **PNUD(2014),** Convention de minamata sur le mercure
(<http://www.mercuryconvention.org/convention/tabid/3426/default.aspx>, consulté le 13 aout 2014).
3. **Jennings.** Social and labour issues in small-scale mines. Rapport soumis aux fins de discussion à la Réunion tripartite sur les problèmes sociaux et de travail dans les petites exploitations minières, Genève, 1999. Geneve : organisation international de travail.
4. **HintonJ, Veiga MM et beinhoff C.** women and artisanal mining: gender roles and the road ahead. In: Hilson G(ed.), the socio-economic impacts of artisanal and small-scale mining in developing countries. Lisse: A.A. Balkema, 2003.161-203
5. **WHO (World Health Organization), 2016.TECHNICAL PAPER # 1:** Environmental and occupational health scale gold mining. Publications of the world health organization are available on the who website (<http://www.who.int>).
6. **Bose-o'reillys, Mc Carty KM, Steckling, net lettmererB.** Mercury Exposure and children's health. curr. probt pediater Adolex health care, 2010.40(8):186-215

7. **Marie GROSMAN et André PICOT.** Risques Liés à L'exposition prénatale et Postnatale au mercure : Annexe1 contribution a <<Mercury INC1>>, stockholm,7-11 juin 2010.
8. **Grandjean P, Weihe P.** separation of risks and benefits of seafood intake. Environ Health Perspect 2007; 115:323 -327.
9. **Grandjean P, Jorgensen PJ, Weihe P.** Validity of mercury exposure biomarkers. In: Wilson SH, Suk WA, editors. Biomarkers of environmentally associated disease. Boca Raton (FL): CRC Press/Lewis Publishers, 2002. P 235-247.
10. **OIT (2005),** the burden of gold: child labour in small-scale mines and quarries. World of work.54 :16-20.
11. **Yokoo E.M., Valente J.G., Grattan L., Platt I. et Silbergeld E.K:** Low level methylmercury exposure affects neuropsychological function in Environ. Health, 2003.2, p.8
12. **Bakir, Salem F Damluji, Laman Amin Zaki, Mahdi Murtadha, A Khalidi, NY Al-Rawi, S.** Methyl mercury poisoning in Iraq.science, 1973. Vol 181(4096), 230-241
13. **PNUD (2016),** rapport national sur le développement humain. Edition 2016 (Migration, développement humain et lutte contre la pauvreté au mali mai 2016)
14. **Adil CHAHID.** Quantification des éléments traces métalliques (Cadmium, Plomb et Mercure total) de certains produits de la pêche débarqués dans la zone Essaoura-dakhla : Evaluation des risques sanitaires. Thèse de doctorat chimie appliquée 19 mars 2016,172p (14), Maroc.

15. Thomassin J.F. ; touzé s. avec la collaboration de Baranger ph. Mercure et ses composés. Comportement dans les sols, les eaux et les boues de sédiments.2003 ; BRGM/RP-51890-FR, 119P., 4ann.

16. 4 avril 2015; Available from: <http://agora.qc.ca/dossiers/Mercure>

17. Joël Poupona. L'exposition au mercure en 2007 : toxicité et prise charge. Revue francophone des laboratoires [Dossier scientifique]. N°390. Mars 2007.

18. Marie Grosman. Normes et recommandations relatives au mercure alimentaire : [Extrait du mémoire << consommation de poisson et sante. Bienfaits d'une consommation de poisson et risques liés à l'exposition au methylmercure>>, Diplôme Universitaire Maladie de la nutrition et diététique, Renne I, en septembre 2003, actualisé en 2004.

19.<https://www.canada.ca/fr/environnement-changement-climatique/services/polluents/mercure-environnement/apropos/biogeochimique-du-html>.

20. Ifremer environnement. Cycle biogéochimique du mercure :

<http://envlit.ifremer.fr/content/download/28153/232653/file/fiche1.pdf>

21. Human Rights Watch : mélange toxique, Travail des enfants, mercure et orpaillage au Mali, 350 fifth Avenue 34th floor, New York 2010,10118-3299.

22. Organisation des Nations Unies pour le développement industriel (2006b), Global Mercury Project : global impacts of mercury supply and demand in small-scale gold mining. Rapport du conseil d'administration du Programme des Nations Unies pour l'environnement, Nairobi, Kenya, 2007.Vienne : Organisation des Nations Unies pour le développement industriel.

23. Telmer KH Veiga MM: world Emissions of Mercury from Artisanal and Small Scale Gold Mining. In: Pirrone M et Mason R (éd.), Mercury Fate and Transport in the Global Atmosphere. New York: Springer, 2009. 131-172.

24. Veiga et al., Review of barriers to reduces mercury use in artisanal gold mining: The Extractive industries and society 1(2), 351-361, 2014

25. Programme des Nations Unies pour l'environnement (UNEP/PNUE).

2012. réduire l'utilisation mercure dans le secteur de l'orpaillage et de l'exploitation minière artisanale. Guide pratique. Disponible sur le site suivant:

<http://www.unep.org/hazardoussubstances/portals/9/mercury/Guide%20pratique%20reduire%20L'utilisation>.

26. Programme des Nations Unies pour l'environnement (UNEP/PNUE).

2013d. Mercure-il est temps d'agir. Disponible en langue anglaise sur le site suivant:

<http://www.unep.org/harzardoussubstances/Mercury/Informationmaterials/Reports andPublications/tabid/3593/default.aspx>.

27. Amadou CISSE. Influence de la persistance de plasmodium falciparum et de la multiclonalité sur le risque de paludisme clinique a Kénieroba. Thèse de médecine : Bamako, 2018 P(60).

28. EIPM, Enquête sur les Indicateurs du paludisme au Mali en 2015.

29. M'bouye Diallo. Etude épidémiologique de la transmission du paludisme en saison sèche dans trois villages riverains du Fleuve Niger. Thèse de Médecine : Bamako, 2009 P(78).

30. Baba Faradji N'diaye. l'orpaillage dans le Niger supérieur : Entre l'économique et l'environnemental. Editions universitaires européennes 2016 :19-22.

IX.ANNEXES

Fiche d'enquete :

Questionnaire

Enquêteur :-----date d'enquête -----/-----/-----
/

Nom du village :-----/

IDENTIFICATION

Q1. Nom :-----/

Q2. Prénom :-----/

Q3. Age : -----/ sexe :-----/ 1=masculin 2=feminin

Q4. Statut matrimonial :-----/ 1=marié 2=celibataire 3=divorcé 4=veuf,veuve

Q5. Residense :-----/

Q6. Avez-vous des enfants ?-----/ 1=oui 2=non

Q7. Si oui combien ? -----/

Q8. Nombre de frères et sœurs :-----/ No ordre :-----/

Q9. Lieu de naissance :-----/durée d'installation :-----/

Q10. Nationalité :-----/

Q11. Niveau d'instruction : -----/ 0=Aucun 1=Primaire 2=secondaire
3=Superieur 5=coranique 6=medersa 7=école professionnel 8=langue local

Q12. Ethnie :-----/ /1=bambara 2=Peulh 3=sarakolle 4=Dogon 5=Bozo
6=sonrhai 7=Malinke 8=autres a preciser

Q13. Habitez-vous chez vos parents ?-----/ 1=oui 2=non

Q14. Tes parents sont-ils vivants ?-----/ 1=oui 2=non

Q15. Si oui, précisez-----/ 1=père 2=mère 3=les deux

Q16. Occupations des parents :

Père :-----/mère :-----/

1=cultivateur,2=ménagère/femme de foyer 3=commerçant(e),4=éleveur,5= pêcheur /somo,6=retraité,7=fonctionnaire 8=enseignant 9=autres a préciser

Q17. Statut matrimonial :----- -- / 1= monogame,2= polygame 2 femmes,3=polygame 3 femmes,4= polygame 4 femmes, 5=autre a préciser

Q18. Residence des parents-----/

Q19. Occupez-vous actuellement une profession ? -----/ 1=oui 2=non

Q20. Si oui,laquelle ?-----/1=cultivateur 2=menagere/femme de foyer 3=commerçant (e),4=élèveur,5= pêcheur /somo,6=élève/étudiant(e),7=autres a préciser

Q21. Travaillez-vous sur une drague -----/1=oui 2=non

Q22. Quel est Votre activité principale sur le site ?-----/1=plongeurs 2=apprentis plongeurs 3=laveuses 4=directeurs des operations 5=cuisinière 6=chef conducteur 7=conducteur 8=commerçant(e) 9=artisan 10=superviseur,11=laveuse d'or independante,11=autres a préciser

Q23. Qui est votre chef ?-----/

Q24. Depuis quand pratiquer vous cette activité ?-----/

Q25. A quelle periode de l'année exercez vous cette activité ?-----/

Q26. Quel âge aviez vous pour la premiere fois ?-----/

Q27. Vous êtes au nombre de combien par drague ?-----/

Q28. Avez-vous une autorisation ?-----/ 1=oui 2=non

- Avant dexploitation ya t il un montant que vous payer?-----/1=oui 2=non

Q29. Si oui,combien ?-----CFA

Q30. A Qui remettez vous l'argent ?-----/

1=a la mairie 2=au chef du village 3=comté 4=autres a préciser

Q31. Vous utilisez combien de litre d'essence par jour ?-----/

Q32. Qui vous a dit de travailler ?-----/1=moi-même 2=les parents
3=père 4=mère 5=autres a préciser

Q33. Heure de debut du travail ?-----H----- / Fin -----H-----/

Q34. Vous travaillez combien de fois par jour ?-----/

Q35. Avez-vous des jours de repos ?-----/ 1=oui 2=non

Q36. Si oui,combien ?-----/

Q37. Précisez le jour -----/

Q38. Vivez vous sur le site ?-----/ 1=oui 2=non

Q39. Si oui avec qui ?-----/ 1=ma femme 2=seul 3=avec mes parents
4=frères et sœurs 5=autres a préciser

Amalgames :

Q40. Brûlez-vous l'amalgame ?-----/ 1=oui 2=non

Q41. Si oui,combien de fois par (jour,semaine ou mois)?-----/

Q42. Où brûlez-vous lamalgame ? -----/ 1=au bord du fleuve 2=a la maison
3=les deux 4=autres a préciser

Q43. Lavez-vous les mains fréquenment ?-----/ 1=oui 2=non

Q44. Utilisez-vous un moyens de protection ?-----/ 1=oui 2=non

Q45. Si oui,lesquels ? ----- 1=gant 2=morceau de pagne 3=bavette
4=rien 5=autres a préciser

Q46. Après le brûlage que faite vous avec le reste de residus ?-----/

1= jette au bord du fleuve 2 = jette dans le fleuve 3=garde a la maison 4=autres a préciser

le mercure :

Q47. Connaissez-vous le mercure ?-----/ 1=oui 2=non

Q48. Selon vous, il ou elle utilise pour quoi faire ?-----/

Q49. Et vous,utilisez-vous le mercure ?-----/ 1=oui 2=non

Q50. Selon vous,quels sont les effets du mercure ?-----/ 1=maux de ventre 2=vertige 3=vomissement 4=diarrhée 5=autres à préciser

Q51. Le mercure est ?-----/1=Mauvais pour la santé 2=Bon pour la santé 3=Na pas deffet sur la santé

Q52. Pensez-vous que le mercure puisse rendre malades des personnes ?-----/
1=oui 2=non 3=ne sait pas

Q53. Ou stocker vous le mercure ? -----/ 1=au bord du fleuve 2=a la maison 3=les deux 4=autres à préciser

Q54. Selon vous ou trouve t-on le mercure ?-----/1=au marcher 2=a la boutique 3=au village 4=ne sait pas 5=autres à préciser

- 1gramme de mercure coute combien ?-----/

Q55. Buvez-vous l'eau du fleuve ?-----/1=oui 2=non

Q56. Avez vous une fois été blessé sur le site ?-----/1=oui 2=non

Q57. Etes-vous une fois tomber malade sur le site ?-----/1=oui 2=non

Q58. Selon vous, quand vous tombez malade quel est le meilleur moyen traitement ? -----
-----/

1=medicale 2=traditionnelle 3=plante medicinale 4= autres à préciser

Q59. Une fois malade quel est la meilleur solution ? -----/1= l'hôpital 2= guérisseur 3=automédication 4=autre à préciser

- Connaissez-vous le cyanure ? -----1=oui 2=non 3=jamais entendu parler

revenu

Q60. Gagne tu bien ta vie sur le site ? -----/1=oui 2=non

- Est-ce que ce travail a des retombées sur le village ?-----/ 1=oui 2=non

Q61. Pensez-vous que c'est rentable ? -----/1=oui 2=non 3=mieux que rien 4=pas du tout rentable 5=fatigant 6= autres a preciser

Q62. Vous gagnez(montant) combien par semaine ?-----CFA--/

Q63. Envisagez-vous de rester longtemps sur le site ? -----/1=oui 2=non

Q64. Trouve t-on de l'or ici-----/1=oui 2=non

Q65. vous trouvez combien (g) ou (kg) d'or par jour?-----g/

Q66. 1 g d'or vaut combien ? -----CFA--/

- 1/10 d'or vaut combien ?-----CFA-/

Q67. 1kg d'or vaut combien ?-----CFA--/

Q68. Vous dépenser combien par mois ?-----CFA--/

Q69. Vous garder combien par mois ?-----CFA--/

Q70. Vous donnez quelques choses a vos parents ? -----/1=oui 2=non

Q71. Si oui,combien ?-----/

Q72. Avez-vous une fois eu l'intention de laisser tomber l'activité -----/ 1=oui 2=non

Q73. Et si d'autres opportunités se présente -----/ 1=je laisse
2=je continu 3=je fais les deu

Q74. Avez-vous envisager la migration -----/ 1=oui 2=non

Q75. Si oui dans quel pays -----/

Q76 .pensez-vous que c'est une bonne chose -----/ 1=oui 2=non 3=pas de choix

Q77. Votre suggestion-----/ 1=pas de suggestion 2=Aide
3=Formatin 4=autres a preciser.

FICHE SIGNALÉTIQUE**NOM: KAREMBE****PRENOM: Mamadou Souleymane****TITRE: l'extraction minière artisanale et à petite échelle de l'or et morbidité à Kénieroba****ANNEE UNIVERSITAIRE: 2019-2020****VILLE DE SOUTENANCE: Bamako****LIEU DE DEPOT: Bibliothèque de la faculté de Médecine et d'Odontostomatologie, faculté de Pharmacie l'Université de Bamako****SECTEUR D'INTERET: Santé publique, option Santé Environnement****TELEPHONE: (00223) 76444099/60988927****E-MAIL: mamadou_karambe2006@yahoo.fr****RESUME:**

A Kénieroba, dans la commune rurale de Bancoumana, d'intenses activités d'extraction artisanale de l'or à petite échelle utilisant le mercure ont été enregistrées depuis 2012. Cependant l'utilisation abusive du mercure sans aucune forme de récupération aboutit à sa dispersion dans l'eau, les sédiments, les sols et l'air dans les environnements immédiats des sites d'exploitations. L'objectif principal de cette étude est d'étudier l'extraction minière artisanale et à petite échelle de l'or et morbidité à Kénieroba. C'était une étude transversale allant du 3 avril au 10 avril, qui s'est déroulée dans le lit du fleuve et dans le village de Kénieroba. Un échantillon total 74 dragues sur lesquelles nous avons effectué un recensement dans 61 dragues, 75, 41% des dragues ont été inclus dans l'étude ce qui représente les 366 orpailleurs et un échantillon de 125 orpailleuses d'or indépendantes. Un total de 598 patients répondant aux critères d'inclusion. Il ressort de cette étude que la majorité des orpailleurs étaient des hommes 73,5%, 47,54% des orpailleurs avaient entre 18-24ans et plus important 61,86% des orpailleuses avaient moins 18 ans. Les femmes mariées et célibataires ont représenté respectivement 27,83% et 71,13%. La profession des plongeurs et apprentis plongeurs étaient majoritaires avec 28, 7% et 22, 7%, les femmes non scolarisées étaient majoritaires soit 43, 3%. Nos résultats ont révélé que la quantité de mercure rejeté sous forme de vapeur de mercure par drague et par les orpailleuses d'or indépendantes à Kénieroba est estimée respectivement à 37, 4 kg et 1, 9 kg par an. Le paludisme a été la pathologie la plus fréquente avec 55,7%. L'extraction minière artisanale à petite échelle de l'or reste une source de revenus importante pour les orpailleurs de Kénieroba, la majorité des orpailleurs sont jeunes, non éduqués et célibataires. Les femmes brûlent «l'amalgame» au sein du ménage. L'étude a permis de caractériser l'orpaillage dans ses dimensions technique, démographique et socioéconomique; l'orpaillage a de nombreux impacts positifs, mais elle est aussi porteuse de nombreux risques socio sanitaires et environnementaux. L'usage du mercure dans le traitement de l'or, l'absence des matériels de protection appropriés aux activités d'orpaillage et l'abandon scolaire.

Mots clés: Extraction minière artisanale, petite échelle de l'or, morbidité, Kénieroba

ABSTRACT :

In Kénieroba, in the rural commune of Bancoumana, increasing artisanal small-scale gold mining activities using mercury for gold amalgamation have been recorded since 2012. Unfortunately, a large quantity of Hg (mercury) is lost during gold recovery and released to the soil, water and river sediment of the surrounding environment. The main objective of this study is to study artisanal and small-scale gold mining and morbidity in Kénieroba. It was an across-sectional study from April 3 to April 10 2018, which took place in the riverbed and in the village of Kénieroba. A total sample of 74 dredgers on which we carried out a census in 61 dredgers, 75, 41% of the dredgers were included in the study which represents the 366 gold washers and a sample of 125 independent gold washers. A total of 598 patients. It emerges from this study that the majority of the artisanal gold washers were men 73.5%, 47.54% of the artisanal gold washers were between 18-24 years and more important 61.86% of the artisanal gold washers were less than 18 years. Married and single women represented 27.83% and 71.13% respectively.

The profession of divers and apprentice divers were in the majority with 28.7% and 22.7%, women who were not in school were in the majority, 43.3%. The quantity of mercury released in the form of mercury vapor by dredge and by independent gold washers is estimated respectively at 37.4 kg and 1.9 kg per year. Malaria was the most frequent pathology with 55.7%. Small-scale artisanal gold mining remains an important source of income for Kénieroba gold washers, the majority of gold washers are young, uneducated and single. Women burn amalgam in the household.

The study made it possible to characterize gold panning in its technical, demographic and socioeconomic dimensions, gold panning has many positive impacts, but it also carries many socio-health and environmental risks. The use of mercury in the processing of gold, the absence of appropriate protective materials for gold mining activities and school dropout.

Keywords: Artisanal mining, Small scale gold, morbidity, Kénieroba

SERMENT D'HYPPOCRATE

En présence des Maîtres de cette faculté, de mes chers condisciples, devant l'effigie d'Hippocrate, je promets et je jure, au nom de l'être suprême, d'être fidèle aux lois de l'honneur et de la probité dans l'exercice de la Médecine.

Je donnerai mes soins gratuits à l'indigent et n'exigerai jamais un salaire au-dessus de mon travail, je ne participerai à aucun partage clandestin d'honoraires.

Admis à l'intérieur des maisons, mes yeux ne verront pas ce qui s'y passe, ma langue taira les secrets qui me seront confiés et mon état ne servira pas à corrompre les mœurs, ni à favoriser le crime.

Je ne permettrai pas que des considérations de religion, de nation, de race, de parti ou de classe sociale viennent s'interposer entre mon devoir et mon patient.

Je garderai le respect absolu de la vie humaine dès la conception. Même sous la menace, je n'admettrai pas de faire usage de mes connaissances médicales contre les lois de l'humanité.

Respectueux et reconnaissant envers mes maîtres, je rendrai à leurs enfants l'instruction que j'ai reçue de leurs pères.

Que les hommes m'accordent leur estime si je suis fidèle à mes promesses.

Que je sois couvert d'opprobre et méprisé de mes confrères si j'y manque.

Je le jure!