

Perception des orpailleurs des conséquences socio-sanitaires et environnementale dans l'utilisation des produits chimiques à Tourela dans le Cercle de Kati au Mali

Adama Koné, Géographe
Université de Gestion et de Développement Durable
Email : adamakone72@yahoo.com

Abdoulaye Diakité
Institut National de Formation des Travailleurs Sociaux (INFTS)
Email : ndouladiak@yahoo.fr

Idrissa Sanamala SINGUEPIRE
Docteur en Economie de l'Environnement de l'Institut de Pédagogie Universitaire
Email : siguepireidrissa6@gmail.com

&
Sanogo Aminata, Master II
Université de Gestion et de Développement Durable,
Email : sanogoaminata1984@gmail.com

Résumé

La présente étude porte sur la pratique d'utilisation des produits chimiques dans les zones d'orpaillages, précisément le site Tourela dans l'arrondissement de Sanankoroba. L'orpaillage est une pratique très ancienne au Mali. Elle date depuis l'ère des empires. Les jeunes en quête d'activités et de mieux être social font la ruée vers les zones d'orpaillages. Cette activité n'est pas sans conséquence pour l'environnement. L'extraction traditionnelle de l'or s'accompagne habituellement d'ouverture de tranchées, de puits, du grattage et du retournement des sols avec pour conséquences la dégradation du couvert végétal. Le mercure et le cyanure sont des substances chimiques utilisées pour rendre soluble l'or sur les sites d'orpaillages et cela constitue un danger pour l'environnement et la santé humaine. Pour mener à bien cette recherche, nous avons adopté une méthode mixte, à savoir, la méthode qualitative et quantitative. La méthode qualitative s'est opérée par le biais des entretiens semi-directifs menés auprès des agents de la mairie et des autorités traditionnelles. La collecte des données quantitatives a été faite à partir d'un questionnaire. Le questionnaire a été administré aux orpailleurs sur le site. Compte-tenu de l'absence de base de sondage sur l'effectif des orpailleurs utilisant les produits chimiques dans la commune, nous avons opté pour l'échantillonnage raisonné et retenu un échantillon de 100 orpailleurs qui partagent les critères suivants : l'âge, le sexe, la situation matrimoniale, l'occupation du site, le niveau d'étude, connaissance des produits chimiques. Au regard des résultats, 50% des orpailleurs utilisent le mercure et le cyanure en combinaison pour maximiser le rendement. Quant aux conséquences socio-sanitaires et environnementales, 50% des orpailleurs ont une perception négative de l'utilisation de ces produits chimiques. Par ailleurs, plus de la moitié, soit 60% des orpailleurs n'ont aucune connaissance quant à la protection de l'environnement du site d'orpaillage. Sur le site, certaines excavations sont protégées pour éviter les dégâts. Certaines tranchées sont fermées par les orpailleurs. Certaines mesures de protection à minima sont observées.

Mots clés : produits chimiques, perceptions, orpailleurs, socio-sanitaires, zones d'orpaillage, Mali.

Abstract: Perception of Artisanal Gold Miners of the Socio Sanitary and Environmental Consequences of the Use of Chemicals in Tourela in the Circle of Kati in Mali

This study focuses on the practice of using chemicals in gold panning areas, specifically the site of Tourela in the district of Sanankoroba. Gold panning is a very old practice in Mali. It dates back to the era of empires. Young people in search of activities and social well-being make the rush to the gold panning areas. This activity has no impact on the environment. The traditional extraction of gold is usually accompanied by the opening of trenches, wells, scraping and turning of the soil with the consequences of the degradation of the plant cover. Mercury and cyanide are chemical substances used to make gold soluble on gold panning sites and this constitutes a danger for the environment and human

health. To carry out this research, we adopted a mixed method, namely, the qualitative and quantitative method. The qualitative method was carried out through semi-structured interviews conducted with officials from the town hall and traditional authorities. Quantitative data collection was done through a questionnaire. The questionnaire was sent to the artisanal gold miners on the site. Given the lack of a survey base on the number of artisanal gold miners using chemicals in the municipality, we opted for reasoned sampling and retained a sample of 100 artisanal gold miners who share the following criteria: age, sex, marital status, occupation of the site, level of study, knowledge of chemicals. In view of the results, 50% of artisanal gold miners use mercury and cyanide in combination to maximize yield. As for the socio-sanitary and environmental consequences, 50% of artisanal gold miners have a negative perception of the use of these chemicals. Moreover, more than half, i.e. 60% of artisanal gold miners have no knowledge of the protection of the environment of the artisanal gold mining site. On the site, some excavations are protected to prevent damage. Some trenches are closed by gold miners. Certain minimum protection measures are observed.

Key-words: chemicals, perceptions, gold miners, socio-sanitary, gold panning areas, Mali.

Introduction

L'exploitation aurifère est une activité séculaire au Mali. Le riche patrimoine historique et culturel du pays retrace de nombreux témoignages sur le rôle que l'or a joué dans l'épanouissement des grands empires qui se sont succédé dans la région, depuis le VII^{me} siècle (Camara, 2017, p. 1). Une illustration de l'importance de la production aurifère de cette époque est le célèbre pèlerinage à la Mecque de l'empereur du Mali Kankou Moussa en 1325 (Keita, 2001, p. 2). De cette époque des grands empires (du Ghana, du Mali et du Songhay), où elle était essentiellement traditionnelle, à nos jours, cette activité a connu plusieurs types de pratiques. Pendant la période coloniale, en plus des procédés purement artisanaux et traditionnels, l'exploitation mécanisée par dragage de certaines alluvions sera introduite. Avec la chute des empires précoloniaux, on assiste à une certaine réorganisation de la production aurifère avec un fort intérêt sur les grands gisements (N'Diaye, 2016, p. 5). C'est ainsi que depuis plus de dix-ans, le métal jaune est le premier produit d'exportation du Mali (N'Diaye, 2016, p. 5). Le pays compte aujourd'hui quinze mines d'or en exploitation dont treize grandes mines (Sadiola, Morila, Yatela, Kalana, Loulo, Goukoto, Ségala, Syama, Kodiéran, Nampala, Médinandi, Komana, Finkolo) et deux petites mines (Métédia, Kofoulatié) (DNGM, 2021). La production totale d'or pour l'année 2020 est de 65, 23 tonnes (DNGM, 2021, p.2).

Selon l'étude de l'OCDE/ALG (2018, p. 6), le Mali décompte 09 mines industrielles avec une production croissante de 49,6 tonnes en 2017 à 65,2 tonnes en 2020. Environ 300 à 350 sites d'exploitation ont été répertoriés avec une production d'or artisanal et à petite-échelle d'environ 04 tonnes par an. Ces chiffres varient selon les années d'inventaire et selon les sources. En 2019, la Fédération Nationale des Orpailleurs du Mali (FNOM), qui procède régulièrement à l'inventaire des sites actifs dans le pays, a estimé le nombre de sites à 221 (29 à Koulikoro, 79 à Sikasso et 113 à Kayes). Selon ce même rapport et à la même période, le nombre de sites actifs au Mali de l'Extraction Minière Artisanale et à Petite Echelle (EMAPE) est de 228, dont 104 à Kayes, 92 à Sikasso et 32 à Koulikoro (Sow et Diarra, 2019, p. 10). L'étude, réalisée par Sow et Diarra (2019, p. 7) a estimé que la population minière du Mali à 512 605 personnes (298 307 personnes travaillent dans la région de Kayes, 162 898 à Sikasso et 51 400 à Koulikoro) dont 34,70 % sont des étrangers, provenant principalement des pays limitrophes (Guinée, Burkina Faso, Côte d'Ivoire et Sénégal). De cet effectif, 400 000 personnes sont employées par l'Extraction Minière Artisanale et à Petite Echelle (EMAPE). Elle mentionne que 45 753 enfants (soit 09% de la main-d'œuvre) et 194 362 femmes (soit 38% de la main-d'œuvre) sont également fortement présents dans le secteur. Depuis ces dernières années au Mali, l'orpaillage par drague ou l'orpaillage mécanisé est pratiqué dans le lit des fleuves (Niger et Sénégal) ou sur leurs affluents. Selon l'étude de l'OCDE/ALG (2018, p.16), 400 dragues opéreraient actuellement sur la rivière Falémé (affluent du fleuve Sénégal qui

marque la frontière sénégal-malienne) et 150 sur la Bagoué (cours d'eau relativement petit à la frontière ivoirienne). La demande croissante pour ce type d'engins depuis les années 2010 a même conduit à la fabrication des dragues « made in Bamako » utilisant les moteurs des voitures Mercedes, très communes au Mali. On trouve également des dragues modernes à godet, appartenant majoritairement à des étrangers chinois ou indiens (OCDE/ALG, 2018, p. 16). Malgré les empreintes économiques visibles de l'orpaillage dans la société, sa pratique est aussi porteuse de nombreux risques sur les écosystèmes aquatiques en raison surtout de la forte utilisation des produits chimiques hautement toxiques, tels que le mercure et le cyanure. En guise de preuve, l'étude de Sow et Diarra (2019, p. 7) sur l'Extraction Minière Artisanale et à Petite Echelle (EMAPE) rapporte qu'environ 33,3 tonnes par an de mercure sont utilisées dans le secteur, soit environ 28 t/an dans la région de Kayes, 3,2 t/an à Sikasso et 2,1 t/an à Koulikoro. Selon l'étude du PNUE (2012) citée par Cissé (2019, p. 45), environ 1 400 tonnes de mercure sont utilisées dans le monde dans les activités minières artisanales. Elle mentionne que le mercure utilisé dans les activités minières artisanales est en grande partie à l'origine des contaminations des ressources hydriques (eau de surface et souterraine) à l'échelle planétaire et représente le second plus grand pollueur de l'air après le charbon.

La dégradation de l'environnement demeure aujourd'hui l'une des préoccupations fondamentales des politiques gouvernementales à travers le monde. De Rio de Janeiro en 1992 à Johannesburg en 2002, la question environnementale a suscité beaucoup de réflexions et de recommandations relatives à sa conservation, car la planète n'a jamais connu un appauvrissement écologique d'une telle ampleur. Nombreux sont aussi les facteurs qui, de manière plus ou moins insidieuse participent à la dégradation de l'environnement : pollution des sols, des eaux et de l'air, pratiques agricoles et forestières et ces dernières années l'exploitation artisanale de l'or citée par AFFESSI Adon Simon, al, (2016 p.289). Le constat est que l'exploitation artisanale de l'or est à l'origine de plusieurs désagréments au niveau de l'environnement. Ce qui démontre les effets néfastes des extractions minières sur l'environnement cité par AFFESSI Adon Simon, al, (2016, p.289).

L'extraction traditionnelle de l'or s'accompagne habituellement d'ouverture de tranchées, de puits, du grattage et du retournement des sols avec pour conséquences la fragilisation des sols et la dégradation graduelle des terres arables (Bamba et al. 2013, p.3). Le mercure et le cyanure sont des substances chimiques toxiques. Ils sont utilisés pour rendre soluble l'or sur les sites d'orpaillages et cela constitue un danger pour l'environnement et la santé humaine. L'inhalation des vapeurs de mercure peut être à l'origine des troubles neurologiques et comportementaux chez l'homme. Les troubles gastriques, vomissement, diarrhée, perte de mémoire, tremblement ou troubles neuromusculaires et rénaux, sont attribués aussi à l'inhalation, l'ingestion ou le contact dermique du mercure (OMS, 2017).

Le déversement des eaux de cyanuration peut aussi être à l'origine de la contamination de l'environnement et au-delà, de la chaîne alimentaire. En effet, l'exploitation artisanale de l'or appelée communément orpaillage, provoque le déboisement, la déforestation, la dégradation des sols, la pollution de l'air, des sols et de l'eau, la perte de la biodiversité et le façonnement du paysage (Bamba et al. 2013, p.3). Le déboisement à Ity est dû aux opérations de déblaiement menées par les orpailleurs, mais aussi aux actions de soutènements. En effet, pour plus de prudence et pour prévenir les écoulements, les orpailleurs n'hésitent pas à faire recours aux troncs d'arbre pour renforcer et/ou soutenir les parois des puits. Cette action nécessite souvent assez de troncs d'arbre ; ce qui n'est pas sans conséquence sur le paysage forestier. Comme conséquence, l'on assiste à une perte progressive des espèces ligneuses ; ce qui pourrait impacter la vie faunique. À ce sujet, les travaux d'Affessi et al. (2016, p.10) à Lomidou et Kintan ont montré que les activités d'orpaillage contribuent à la perte des espèces fauniques à cause de la déforestation. Kambiré et al. (2018, p.15) soulignent que les besoins des

orpailleurs en bois étant immenses, ces derniers détruisent beaucoup d'arbres contribuant ainsi au déboisement et à la déforestation à Hirié, au sud-ouest de la Côte d'Ivoire.

Selon Kambiré et al. (2018, p.15), l'activité d'orpaillage dégrade les parcelles agricoles, les exposant ainsi au ravinement et à des processus d'érosion intensive. À Ity, les parcelles sur lesquelles cette activité a lieu sont parsemées de trous souvent très profonds (5 mètres et plus). Une fois les activités terminées, les sites sont abandonnés par les orpailleurs sans aucunes stratégies de restauration. Les travaux de Albert (2005, p.23) et de Maradan et al. (2011, p. 49) attestent ces faits. Selon ces travaux, l'absence de réhabilitation des sites d'orpaillage conduit à la dégradation des sols et à la défiguration des parcelles exploitées. Selon Bauma Kashongwe Fiston (2017), les conséquences du mercure sur la santé sont immenses car il est avant tout un neurotoxique. Une consommation à trop haute dose peut causer des affections neurologiques, des maladies auto-immunes ou encore des malformations congénitales. Ceci peut alors engendrer des maladies respiratoires (toux, pneumonie, angine, etc.) du fait de l'inhalation de la poussière et des accidents souvent mortels compte tenu des techniques d'extraction du minerai qui s'avèrent archaïques. Partant de ces constats, la question suivante a été posée : quelle est la perception des orpailleurs sur les produits chimiques utilisés et leurs conséquences socio sanitaires et environnementales ? La perception des orpailleurs sur les produits chimiques sont différentes et leurs conséquences socio-sanitaires sont méconnues par les enquêtés.

Pour mener à bien cette étude, nous avons opté pour un échantillonnage raisonné. Ce choix s'explique par l'absence de données fiables sur la population d'orpailleurs sur le site. Nous avons administré un questionnaire aux orpailleurs et un guide d'entretien a été adressé aux personnes ressources de la collectivité.

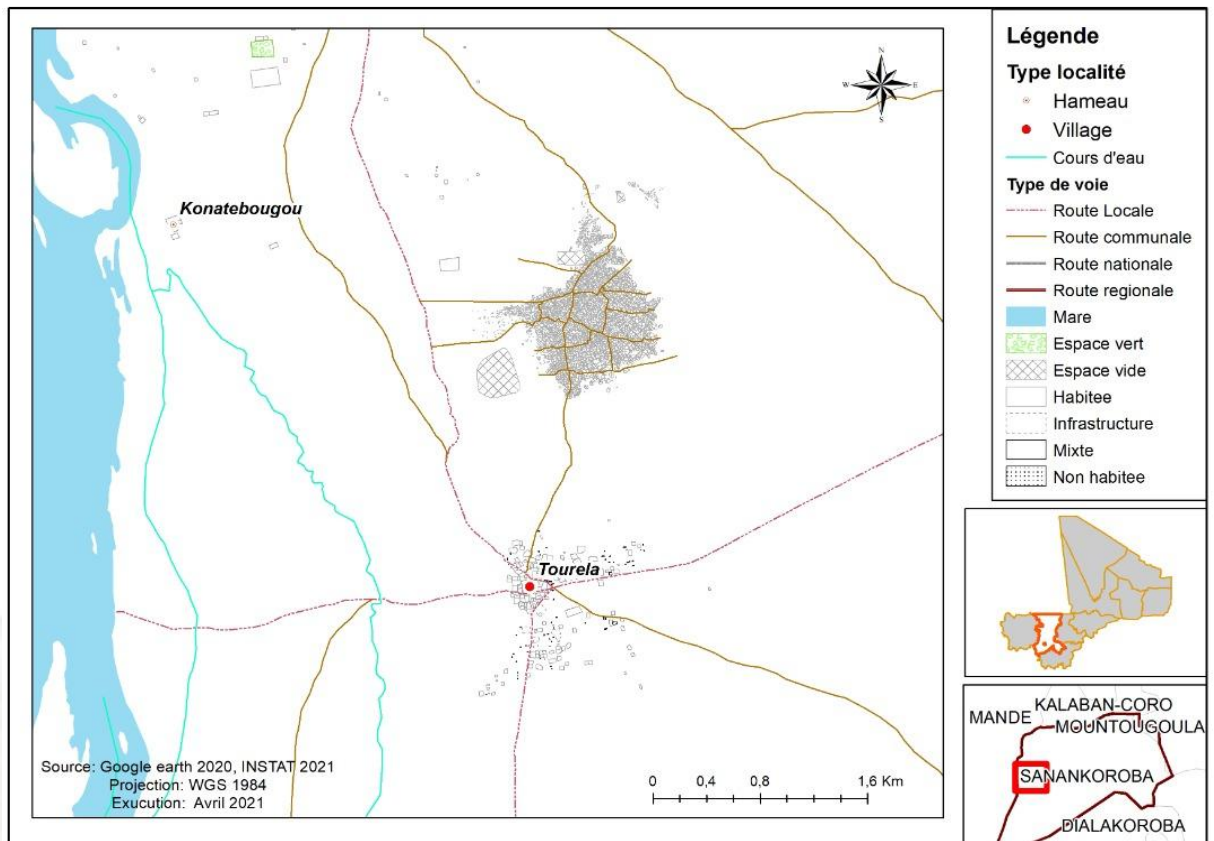
1. Matériels, méthodes et traitement des données

1.1. Matériels

Le village de Tourela est une commune de Sanankoroba dans le cercle de Kati. Il est situé entre le 12°21'26" N et le 8°4'41" W en DMS (degrés, minutes, secondes) ou 12,3572 et -8,07806 (en degrés décimaux). La position UTM est RU57 et la référence Joint Operation Graphics est ND29-15. Tourela est à environ 20 kilomètres de Sanankoroba dans le cercle de Kati. La commune de Sanankoroba à une population estimée à 37 361 habitants en 2009. Dans cette zone, l'activité économique reste dominée par le secteur primaire. Dans le village de tourela en dehors des activités du secteur primaire, il est observé une ruée vers le site d'orpaillage qu'abrite le village. Ces activités structurent le quotidien des populations de la localité. La carte suivante nous renseigne sur la situation géographique de la localité.

Figure n°1 : Carte de la localité de Tourela





Source : Google earth 2020, INSTAT, 2021

1.2. Méthodologie

Les enquêtes se sont déroulées en deux volets : l'entretien avec des personnes ressources et l'enquête par questionnaire.

1.2.1. Observation du terrain

Elle est primordiale dans une étude géographique en ce sens qu'elle permet d'appréhender l'espace concerné, l'ensemble des éléments et des informations susceptibles de confirmer ou infirmer les hypothèses. Elle s'avère indispensable dans la mesure où sa fonction première est de percevoir, représenter, restituer et analyser le phénomène de l'emprise spatiale qui caractérise la géographie. Cela suppose la capacité à mettre en exergue une interaction entre la description et l'explication des aspects tellement objectifs que subjectifs du fait spatial. Ce qui implique la technique de l'observation de terrain, le suivi d'entretien avec les acteurs concernés.

1.2.2. Enquête par questionnaire

Le questionnaire a permis de mettre en lumière les déterminants qui ont favorisé l'afflux des orpailleurs sur le site d'orpaillage de Tourela. Le questionnaire a été adressé aux orpailleurs. L'enquête qualitative a été adressée aux personnes ressources.

1.2.3. Technique de l'échantillonnage

Pour mener à bien cette recherche, nous avons adopté une méthode mixte, à savoir, la méthode qualitative et quantitative. La méthode qualitative s'est opérée par le biais des entretiens semi-directifs menés auprès des agents de la mairie et des autorités traditionnelles. La collecte des données quantitatives a été faite à partir d'un questionnaire. Le questionnaire a été adressé aux orpailleurs sur le site. Compte-tenu de l'absence de base de sondage sur l'effectif des orpailleurs utilisant les produits chimiques dans la commune, nous avons opté pour l'échantillonnage raisonné et retenu un échantillon de 100 orpailleurs qui partagent les critères suivants : l'âge, le sexe, la situation matrimoniale, l'occupation du site, le niveau d'étude,

connaissance des produits chimiques. Un certain nombre de critères ont été définis pour le choix des enquêtés : les orpailleurs autochtones, les orpailleurs allochtones, les orpailleurs étrangers, l'âge, le statut matrimonial, le niveau d'instruction, la résidence, la profession, l'ancienneté professionnelle dans l'activité, et les nouveaux arrivants dans la l'activité, la perception sur les produits chimiques, et la connaissance de l'environnement en tant que variables indépendantes occasionnent la variation des points de vue au sein de la population cible. Il s'agit de mettre ces variables à l'épreuve pouvant manipuler les différentes polarités de comportements, d'attitudes et de pratiques à l'égard de la gestion et de la protection de l'environnement.

Nous avons élaboré un guide d'entretien qui a été adressé aux agents de la mairie et aux autorités coutumières dans la commune. L'entretien a porté sur les types de produits chimiques utilisés et leur impact sur l'environnement.

1.2.4 Traitement des données

Nous avons utilisé différentes méthodes statistiques et cartographiques selon les questions d'analyse posées et les possibilités offertes par les logiciels que nous disposons. Il s'agit de Sphinx 4.5, Excel et Word. Ainsi, le traitement des données a permis de concevoir une série de tableaux, de graphiques et de cartes qui ont servi d'outils d'analyse.

2. Présentation des résultats

Les différentes investigations méthodologiques nous ont permis de mettre la lumière sur la problématique de cette étude. L'accent y est mis sur la perception des populations cibles sur les produits chimiques et leur impact socio-sanitaire et environnemental.

Cette étape est structurée comme suit : une partie qui est consacrée aux caractéristiques socio démographiques des enquêtés, une seconde partie porte sur l'utilisation des produits chimiques et une troisième partie est relative aux impacts socio-sanitaires et environnementaux.

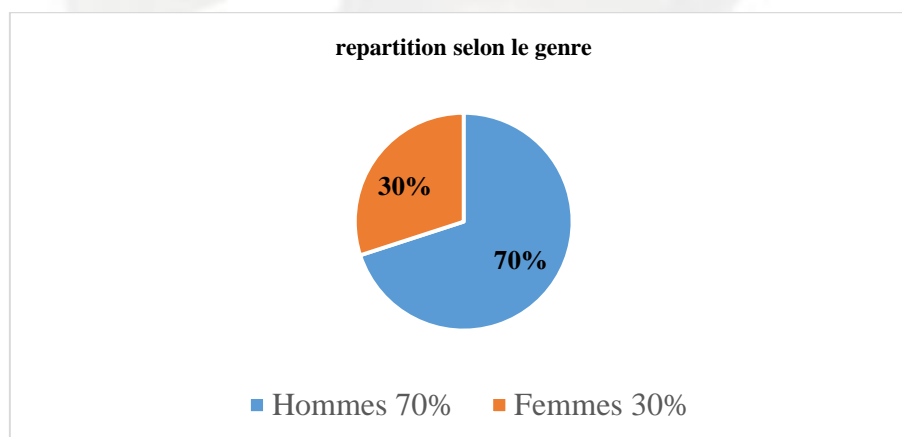
2.1 Caractéristiques sociodémographiques des orpailleurs

Les caractéristiques sociodémographiques sont des variables qui influencent la perception des populations. Nous nous sommes intéressés au sexe, à l'âge, à la profession et au niveau d'instruction. Il s'agit là des variables indépendantes.

2.1.1 Répartition des enquêtés selon le sexe et le statut

A travers le questionnaire, nous avons pu déterminer le sexe des orpailleurs enquêtés. La figure n°2 nous donne les informations sur la répartition des enquêtés selon le sexe.

Figure n°2 : Répartition des enquêtés selon le sexe



Source : Enquête de terrain, 2021

Au regard de la figure n°2, la tranche d'hommes (70%) est la plus élevée que celle des femmes enquêtées (30%). Ce déséquilibre homme-femme trouve son explication par le fait que

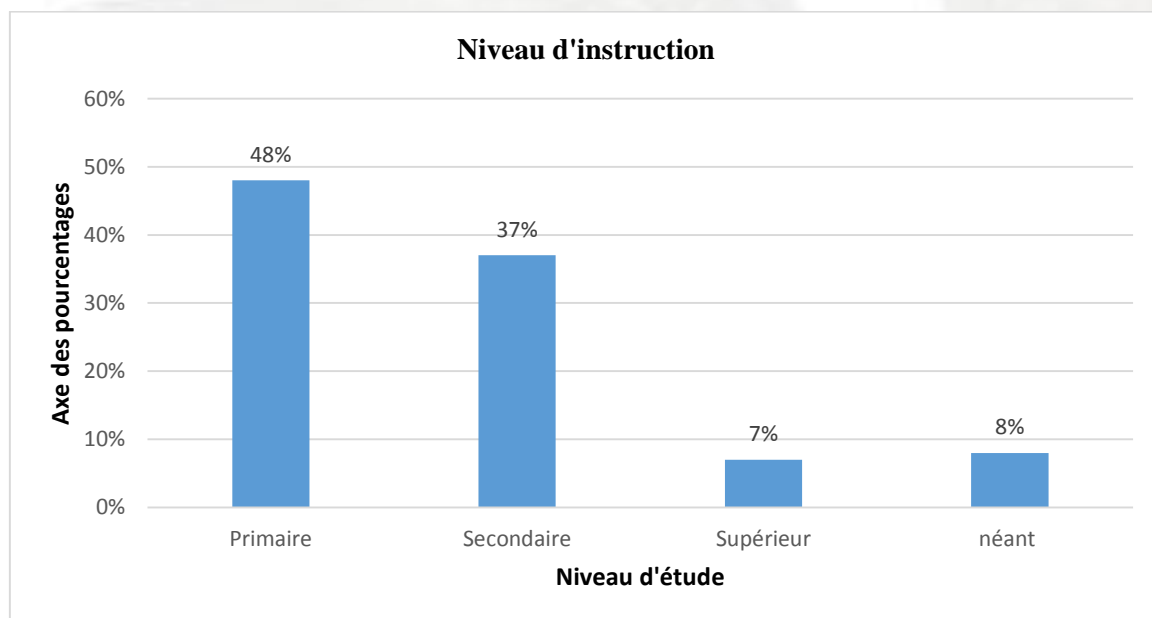
l'activité d'orpaillage nécessite un effort physique considérable, souvent difficile d'exécution pour la gent féminine. Pour autant, les femmes jouent un rôle très important sur le site. Elles représentent 30 % des enquêtés. Elles sont chargées de transporter les sacs remplis de cailloux et participent aux lavages. Dans le cadre de l'entretien sur le terrain, A COULIBALY, 26 ans disait ceci : « Ici sur le site, les femmes n'ont pas de repos, tu peux passer la journée entière sans t'asseoir car si tu n'es pas en train de tirer les sacs des trous, tu vas pour le lavage. Nous ne pouvons pas nous reposer car quand tu te reposes, tu ne gagnes rien ».

Quant aux hommes, ils représentent les 70% et s'occupent du creusage et sont chargés de la sortie du sac des puits miniers. D TRAORE, 32 ans disait : « Quand nous rentrons dans un "dama" à 7h30 nous pouvons rester jusqu'aux environs de 13 heures. On ne mange pas dedans seulement, on peut vous envoyer de l'eau. Nous pouvons être jusqu'à 20 hommes dans certains trous de "Dama" et chacun à ces travaux ».

2.1.2 Répartition des enquêtés selon le niveau d'instruction

Les orpailleurs enquêtés ont un faible niveau d'instruction. La majorité des enquêtés ont un niveau primaire. La figure n°3 nous renseigne sur le niveau d'instruction des enquêtés.

Figure n°3 : Répartition des enquêtés selon le niveau d'instruction



Source : Enquête de terrain, mars, 2021

A l'analyse de la figure n°3, on constate que, 48% enquêtés ont un niveau primaire. Par contre 37% des orpailleurs enquêtés ont un niveau secondaire, 7% ont un niveau supérieur et 8% n'ont jamais été à l'école. Selon les orpailleurs, le niveau d'étude n'a peu d'importance dans leur système d'exploitation. Les propos de M. KONE 34 ans sont une illustration parfaite de leur perception du niveau d'étude : « Ici, personne ne va te demander ton niveau de scolarité, l'essentiel est que tu sois un bras valide et si tu as de la chance, tu gagnes ton pain et tu arrives même à envoyer à tes parents et familles. Cependant, dans la ville, la vie est quasi invivable pour nous autres... ». Ils justifient leur présence sur le site par le manque de travail en ville.

2.1.3 Des acteurs dominés par les maliens

Sur le site d'orpaillage, plusieurs nationalités cohabitent. Le tableau n°1 nous renseigne sur la nationalité des orpailleurs.

Tableau n°1: Nationalité des orpailleurs

<i>Nationalité</i>	<i>Effectif</i>	<i>%</i>
<i>Maliennne</i>	72	72%
<i>Burkinabé</i>	15	15%
<i>Togolaise</i>	7	7%
<i>Camerounaise</i>	4	4%
<i>Ghanéenne</i>	2	2%
Total	100	100

Source : Enquête de terrain, mars 2021

A l'analyse du tableau n°1, on constate que sur le site de Touréla, de nombreuses nationalités y opèrent. Au premier rang desquelles, 72% des enquêtés sont des maliens. Ils sont suivis par les Burkinabés à 15% et les togolais 7%. Les Camerounais et Ghanéens sont faiblement représentés soient respectivement 4% et 2% de répondants.

2.1.5 Orpillage, une activité bien segmentée

Le tableau n°2 nous renseigne sur la répartition des enquêtés par statut socioprofessionnel. L'exploitation artisanale de l'or peut se résumer comme suit : creusement, concassage, broyage, tamisage et séparation de l'or sans ou avec des produits chimiques.

Tableau n°2 : Activités exercées par les orpailleurs

<i>Sexes</i>	<i>Creusement</i>	<i>Broyage/Concassage</i>	<i>Tamisage</i>	<i>Laveurs</i>	<i>Total</i>
<i>Hommes</i>	42	18	5	4	64
<i>Femmes</i>	0	0	6	25	36
%	42	18	11	29	100

Source : Enquête de terrain, mars, 2021

Au regard de l'analyse du tableau n°2, les hommes sont majoritairement les creuseurs et broyeurs soit respectivement 42 % et 18% des répondants. Ces deux activités exigent beaucoup d'efforts physiques. Les femmes sont fortement représentées au niveau du tamisage et du lavage soient 25% et 6% des répondantes. Pour accéder au gisement, les orpailleurs creusent d'abord un trou sub-vertical de 0,5 m à 1 m de diamètre. Le trou est creusé à l'aide de pioche, marteau, petite pelle et autres petits outils pointus permettant de casser la roche. Le creuseur descend dans le trou au moyen d'une corde reliée à un treuil et porte une lampe à piles attachée à son front. Les déblais sont remontés dans des petits sacs ou dans un seau à travers la même corde. Un barrage réalisé au moyen de plastique permet d'envoyer de l'air dans le trou.

Selon A. S. Affessi (2016, al, p. 294), le concassage est manuel et se fait à l'aide d'un marteau, d'une enclume (pierre de granite), d'un nœud de sac pour éviter les projections de particules et protéger les doigts. Le plus souvent, le concassage est fait par des jeunes ou toute autre personne à 1000 F CFA le sac de 50 kg ou par le propriétaire du sac s'il n'est pas épuisé. Quant au broyage, il consiste à réduire le minerai en poudre, communément appelé farine. Le minerai est broyé dans les moulins à énergie gazole deux fois de suite et est séché entre chaque broyage quand le taux d'humidité est élevé. Le broyage est fait par deux à trois personnes dans un moulin. La farine issue du broyage (sac de 50 kg) est mélangée avec de l'eau. Ce mélange est ensuite lavé sur une rampe. Une petite quantité du mélange est placée dans une passoire, ensuite de l'eau y est versée pour être liquéfié. La rampe est couverte d'un tapis (moquette) qui, par gravimétrie, piège l'or et la matière légère est entraînée vers le bas dans un trou peu profond.

Le tapis est rincé dans une cuvette d'eau pour être débarrassé de l'or. Lorsque le trou rencontre une nappe, l'exhaure est réalisée au moyen d'une motopompe.

La photo A nous montre un puits d'orpaillage à Tourela.



Source : Enquête de terrain, mars, 2021

2.1.6 Cyanuration, une technique d'extraction convoitée à Touréla

L'extraction par la cyanuration est un procédé qui est couramment utilisé par les orpailleurs. Ce procédé consiste à creuser des bassins de diamètres plus ou moins variables au sol et recouverts d'une couche de béton ou d'une bâche. Ces bassins sont connectés entre eux au moyen d'un tuyau en PVC, à travers lequel passe la boue d'orée d'un bassin à l'autre. Une quantité de cyanure de sodium (NaCN) est ensuite ajoutée à raison d'environ de 200 ml pour une boue de 200 l (Tankari B al. 2014). Le mélange est laissé au repos. Il passe ensuite dans un autre bassin où sont entreposés des copeaux de zinc par l'intermédiaire du tuyau. Par oxydoréduction le zinc capte les particules d'or et l'excès de la solution cyanurée est réutilisé en tête du circuit. On ajoute ensuite dans ce mélange de l'acide sulfurique (H_2SO_4) et de l'eau. On obtient un dépôt noir au fond du bassin. On ajoute à ce dépôt de l'acide nitrique (HNO_3). Le mélange est laissé au repos pour décantation et l'on récupère le dépôt. Ce dernier est ensuite chauffé jusqu'à obtention de l'or. Ce procédé permet une récupération métal de 60 à 80% (Djibrilla, M, 2017, p267).

Photo B: Une boue prête à être laver avec du cyanure



Source : Enquête de terrain, mars, 2021

Sur la photo B en premier plan, on aperçoit un tas de boue extraite des puits, disposée à faire passer au procédé de cyanuration à travers un dispositif conçu à cet effet en vue d'en extraire l'or. En arrière-plan, nous avons des hangars de fortune qui jouent le rôle d'abris pour les orpailleurs.

2.1.7-Utilisation du mercure

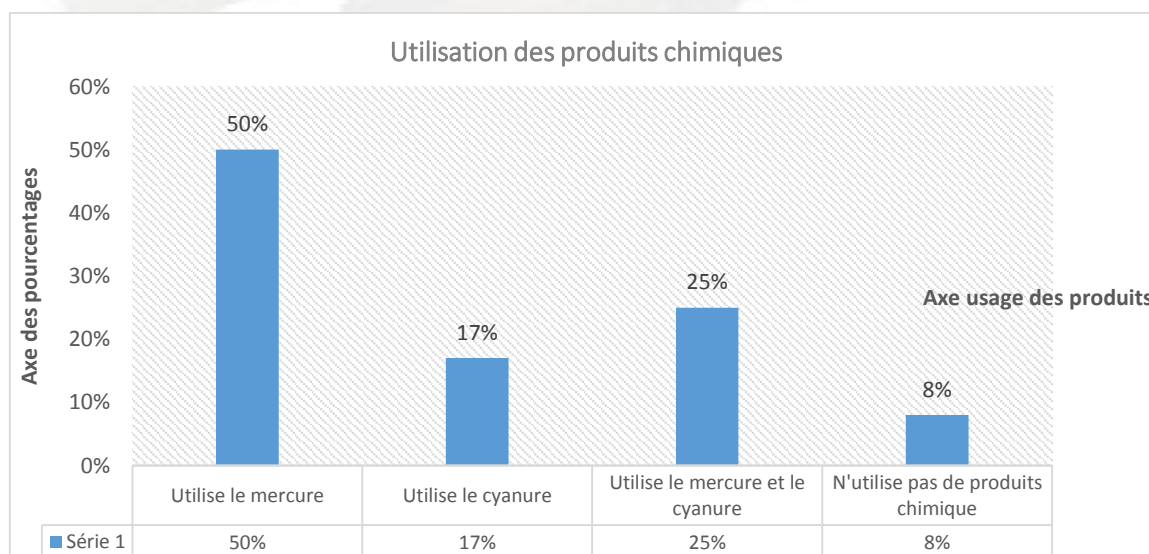
Sur le site de Tourela, les orpailleurs ont différentes visions pour ce qui est de l'utilisation des produits chimiques. Nous avons remarqué lors de notre enquête que plus de la moitié des orpailleurs connaissent les produits chimiques et leurs conséquences. Mais les orpailleurs de Tourela qui utilisent les produits chimiques, que ça soit le mercure ou le cyanure, diront qu'ils connaissent très bien les inconvénients de l'utilisation de ces produits, mais qu'ils y sont obligés car si tu veux plus gagner, il faut employer les produits chimiques. Les 50% des enquêtés utilisent le mercure et les 25% utilisent le mercure et le cyanure. Seulement 17% utilisent le cyanure et 8% des répondants n'utilisent pas de produits. La majorité des orpailleurs du site de Tourela connaissent les conséquences de l'utilisation des produits chimiques mais ils les utilisent quand même car selon eux, sans ces produits chimiques, l'orpaillage n'a pas d'avantage. Selon Sékou nous dit que :''Ici quand tu trouves de l'or et que tu ne le lave pas avec le mercure pour enlever toute les saletés, tu n'y gagne pas assez. C'est la raison pour laquelle nous l'utilisons. Après avoir lavé les bancos une première fois, il y a un autre groupe qui vient acheter ces bancos, très souvent se sont les étrangers et c'est eux qui utilisent les cyanures pour pouvoir extraire le reste de l'or dans ces bancos... » Selon Siaka Charles un burkinabé, sans le cyanure, eux ils ne pourront rien gagner, car les bancos qu'eux ils ont a déjà été laver une première fois, donc c'est le cyanure qui leur permet d'avoir le reste qui est caché dans le banco. Il ajoutera qu'il ne croit pas à l'avenir de l'orpaillage sans l'utilisation des produits chimiques... ». Les Tombolomas diront que l'utilisation des produits chimiques se fait en cachette sinon qu'il y a des pénalités au cas où tu es attrapé entrain d'utiliser un produit chimique. Ils nous diront que ces produits sont très dangereux et toxiques...Mais que pour mettre un frein à leurs utilisations, il faut plus de rigueur des autorités.

2.2 Utilisation des produits chimiques et perception de leur impact socio-sanitaire et environnemental par les enquêtés

2.2.1 Type de produits chimiques utilisés par les orpailleurs à Touréla

De nombreux produits chimiques sont utilisés par les orpailleurs sur le site de Touréla comme nous montre la figure n°4.

Figure n° 4: Usage des produits chimiques



Source : Enquête de terrain, mars, 2021

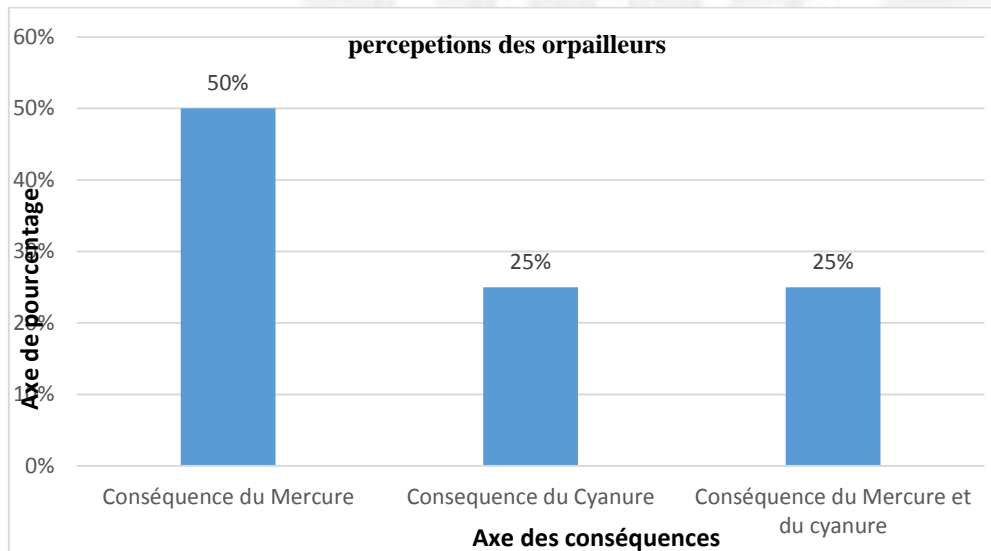
A l'analyse de la figure n°4, on constate que pour le traitement de l'or, le mercure et le cyanure sont couramment utilisés par les orpailleurs. En effet, 50% des enquêtés utilisent uniquement le mercure tandis que 25% des enquêtés combinent le mercure et le cyanure. Seulement 17% utilisent uniquement le cyanure et 8% des répondants n'utilisent pas de produits. Les orpailleurs du site de Tourela connaissent les conséquences de l'utilisation des produits chimiques mais ils les utilisent quand même car selon eux, sans ces produits chimiques, l'orpaillage n'a pas d'avantage. Selon S. KONE 28 ans : *Ici, quand tu trouves de l'or et que tu ne le laves pas avec le mercure pour enlever toutes les saletés, tu n'y gagnes pas assez. C'est la raison pour laquelle nous l'utilisons. Après avoir lavé les bancos une première fois, il y a un autre groupe qui vient acheter ces bancos, très souvent se sont les étrangers et c'est eux qui utilisent les cyanures pour pouvoir extraire le reste de l'or dans ces bancos...* ». Selon un autre enquêté burkinabé S. Coulibaly, 30 ans, nous confiait sur le site : « *sans le cyanure, ils ne pourront rien gagner, donc c'est le cyanure qui leur permet d'avoir le reste qui est caché dans le banco. Il ajoute qu'il ne croit pas à l'avenir de l'orpaillage sans l'utilisation des produits chimiques...* ».

Par ailleurs, il faut aussi reconnaître que selon un Tomboloma, l'utilisation des produits chimiques sur le site est soumise à des règles contraignantes : interdiction des produits dangereux sur le site mais ces utilisateurs pour la majeure partie des cas, le font dans la clandestinité. En cas de contrevenants, les tomboloma mandatés par les autorités coutumières sont chargés d'appliquer les sanctions celles-ci vont de la paie des pénalités à l'exclusion des concernés du site d'extraction.

2.2.2 Perception des orpailleurs sur les conséquences sanitaires des produits chimiques

Les orpailleurs enquêtés dans leur ensemble ont une connaissance sur les dangers associés à l'utilisation des produits chimiques. La figure n°5 nous renseigne sur l'état de perception des orpailleurs sur les conséquences de l'utilisation des produits chimiques dans la production de l'or. En effet, l'orpaillage est une activité qui fait intervenir des produits chimiques et des pratiques qui sont dangereux pour la santé humaine et environnementale. A Tourela, l'orpaillage implique l'utilisation du mercure pour amalgamer l'or et le cyanure pour le traitement des rejets du Banc. Ces activités conduisent au rejet de ces produits toxiques dans l'environnement sans aucun traitement préalable. Aussi, le creusement des puits implique la destruction des végétations. Il est aujourd'hui admis par tous que l'orpaillage de l'or génère énormément de pollution dans l'environnement au nombre desquelles le rejet de mercure. Le mercure est en effet utilisé dans la phase finale de l'extraction afin d'amalgamer l'or. La récupération du métal jaune par brûlage libère les vapeurs de mercure. Ces dernières sont inhalées par les opérateurs et les habitants se trouvant aux alentours du site, mais aussi ces vapeurs se répandent dans la nature (OMS, 2017). Aussi, pendant l'amalgamation, les eaux de lavage sont parfois déversées directement dans la nature où elles rejoignent les cours d'eau (Augustin B, 2018, 25 p). Ainsi, la chaîne alimentaire se retrouve impactée et les habitants éloignés des sites d'orpaillage peuvent aussi l'être. En dehors de la pollution au mercure et éventuellement d'autres métaux lourds comme le plomb et l'arsenic, l'orpaillage peut provoquer ou contribuer, à la dégradation physique du milieu, à la déforestation ou même à la modification de la morphologie des cours d'eau naturels. Le graphique 5 est basé sur les enquêtés qui connaissent les conséquences de l'utilisation des produits chimiques.

Figure n°5 : Perception des orpailleurs des conséquences liées à l'utilisation des produits chimiques



Source : Enquête de terrain, mars, 2021

La figure n°5 révèle que 50% des enquêtés connaissent les risques sanitaires liés à l'utilisation du mercure, 25% des enquêtés estiment uniquement ces risques liés à l'utilisation du cyanure. Selon 25% des enquêtés, le cyanure comme le mercure ont un impact sanitaire. Les principaux problèmes sanitaires attribués à l'utilisation de ces produits sont entre autres : les infections respiratoires, l'inflammation de la peau et des yeux, l'intoxication, etc. Le niveau de pauvreté influence négativement la perception et la prise en compte du risque. Les exploitants des mines sont surtout attirés par l'appât du gain quel que soit le risque. Les effets des produits chimiques dans l'orpaillage sont bien connus, les orpailleurs sont de plus en plus conscients du danger, mais prétendent « ne pas avoir d'autres choix que de mener cette activité à grand risque ».

2.2.3 Impact environnemental de l'orpaillage à Touréla

L'orpaillage a créé de nouveaux défis qui peuvent exacerber les challenges environnementaux, sanitaires et même sécuritaires du fait d'une méconnaissance par les orpailleurs des impacts négatifs que peuvent générer cette activité (Richard M, al, 2015, 66p). L'utilisation des produits chimiques et les pratiques qui en découlent ont des effets néfastes sur l'environnement. A Tourela, l'orpaillage implique l'utilisation du mercure et du cyanure pour le traitement des rejets du Banco. Ces activités conduisent au rejet de ces produits toxiques dans l'environnement sans aucun traitement au préalable. Aussi, le creusement des puits implique la destruction de la végétation. Il est aujourd'hui admis que l'orpaillage génère énormément de pollution dans l'environnement par le rejet de mercure. En dehors de la pollution au mercure, d'autres métaux lourds comme le plomb et l'arsenic, peuvent être associés à la dégradation physique du milieu, à la déforestation ou même à la modification de la morphologie des cours d'eau naturels. En ce qui concerne le sol, les pratiques de l'exploitation artisanale posent de sérieux problèmes, car il n'y a pas de restauration des terres après l'exploitation. Ces pratiques contribuent à la réduction du nombre des terres cultivables et à l'augmentation du nombre des sites dégradés. Quant aux cours d'eau, leurs berges sont sollicités par les exploitants de la mine traditionnelle, ce qui dénote du caractère indispensable de l'eau dans le processus d'extraction de l'or. L'eau est utilisée à toutes les étapes de la transformation du minerai, notamment lors ou avant le creusage du trou et le lavage du minerai. Souvent, lors du creusage, il arrive que les creuseurs accèdent facilement aux eaux souterraines. Dans de tels cas, ils procèdent à l'évacuation des eaux avec des motopompes. En plus de l'utilisation des produits chimiques

comme le mercure et le cyanure dans le lavage des minerais, les cours d'eau environnants subissent une forte pollution.

2.2.5 Impact social de l'orpaillage à Touréla

L'orpaillage à Touréla a des impacts sociaux négatifs, outre les aspects environnementaux, comme le montre le tableau n°3.

Tableau 3: Impacts sociaux

<i>Impacts sociaux</i>	<i>Effectif</i>	<i>%</i>
<i>Conflit sociaux</i>	36	36
<i>Dépravation des mœurs</i>	64	64
Total	100	100%

Source : Enquête de terrain, mars, 2021

L'enquête nous a révélé que l'orpaillage en dehors de la dégradation de l'environnement, a des répercussions sur la vie sociale dans les différentes communautés. Sur les 100 personnes enquêtées, 36% estiment être une fois victimes d'un conflit. Les 64% disent que la dépravation des mœurs sur le site est pratiquée en grande partie par les étrangers.

Selon S Diallo, 35 ans de nationalité ghanéenne sur le site de Tourela : « *Ce n'est pas par gaieté de cœur que je fais la prostitution. Elle ajouta, quand je suis venue dans ce pays pour me faire de l'argent, je ne me suis jamais mise en tête que la prostitution serait devenue mon emploi. Je ne suis pas fière de ce métier de sexe, mais je n'ai pas de choix.* ».

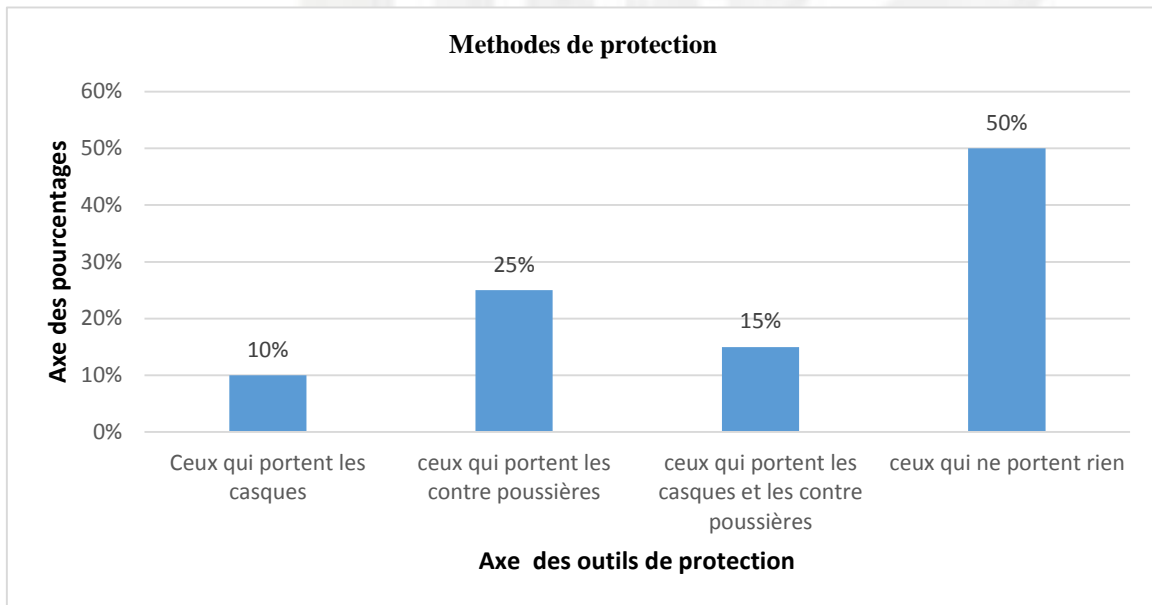
Le métier de sexe est pratiqué par certaines filles sur le site de Touréla, cela est révélateur de la dépravation des mœurs. Comme le montre B. Coulibaly., 37 ans un tomboloma de Touréla en ces propos : « *certaines filles du village de Tourela sont dans la prostitution. Le conflit est récurrent, il ne se passe pas une semaine sans que des orpailleurs fassent des querelles, mais très souvent cela s'arrête facilement après l'intervention des Tombolomas et ou des "donsos" . Les tombolomas ou les donsos sont des autorités chargés de maintenir l'ordre sur le site. Ils ont un pouvoir de dissuasion et de sanction sur le site.* ».

3. Prévention des maladies et la protection de l'environnement

3.1 Utilisation des équipements de protection individuelle sur le site par les orpailleurs

L'exploitation minière anarchique est source d'émission de poussières. Celles-ci sont sources de nombreuses maladies, par inhalation, transcutané ou par ingestion. Les populations des localités environnantes et les travailleurs mal équipés ou mal protégés se trouvent exposés à divers risques. Pour prévenir ces maladies, les orpailleurs utilisent certains moyens de protection comme le montre la figure n°6.

Figure n°6 : Méthodes de protection



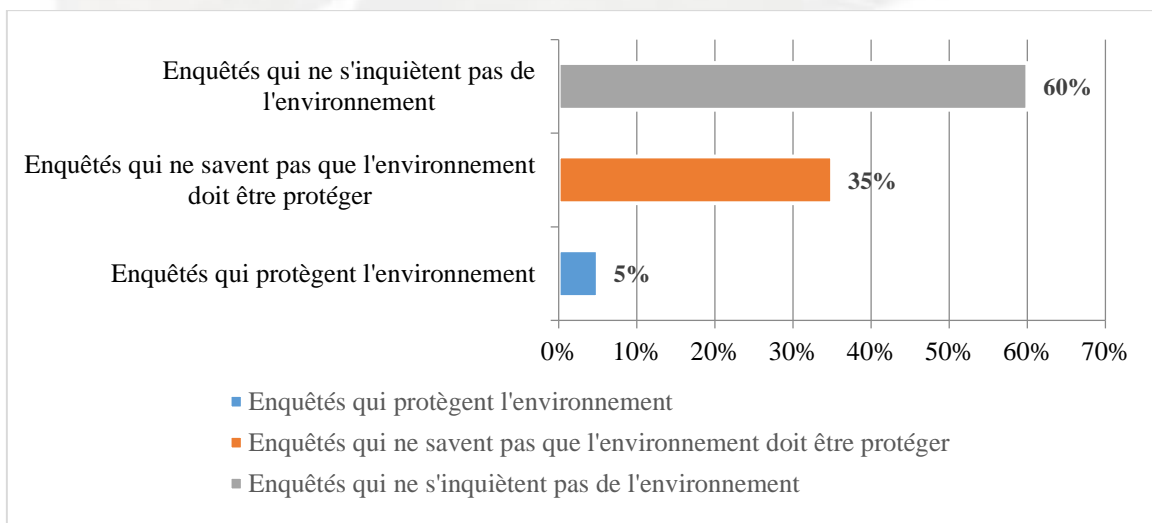
Source : Enquête de terrain, mars, 2021

La figure n°6 nous montre que sur le site de Tourela, la sécurité n'est pas une priorité. Seulement 15% des orpailleurs portent les masques et les casques de protection pendant que 50% n'utilisent aucun équipement de protection. Selon B. Diarra, 30 ans, sur le site, *mettre les casques et les masques sont des pratiques qui prennent du temps. Selon ces propos, certes, ils savent que ces pratiques sont vitales mais certains n'ont pas les moyens de s'offrir ces équipements. Il ajoute qu'un casque dans un puits ça encombre, et les masques nous empêchent souvent de respirer. Donc nous préférons les laisser et bien travailler même si nous savons qu'il y a des risques.*

3.1.1 Protection de l'environnement

La protection de l'environnement est fortement négligée par les orpailleurs. La figure 6 nous renseigne sur la maîtrise des mesures de protection de l'environnement.

Figure 6 : Protection de l'environnement



Source : Enquête de terrain, mars, 2021

La figure n°6 montre que sur le site d'orpaillage de Tourela, seulement 5% des orpailleurs pensent à la protection de l'environnement. Selon S. Dembélé, 28 ans, laveur d'or : « *Quand je lave l'or avec du mercure, je fais tout pour pouvoir retirer le maximum de mercure de l'eau avant de le déverser. Je suis conscient qu'il faut protéger l'environnement car sans lui l'homme ne peut exister* » ». La majorité (60%) des orpailleurs enquêtés ignorent les mesures de restauration des sites dégradés. Selon Konaté, 30 ans nous dit : « *protéger l'environnement ne constitue pas un souci pour un orpailleur. En voulant protéger l'environnement, tu ne gagneras rien* ». Cependant, les 35% des orpailleurs savent qu'il faut protéger l'environnement mais ne l'applique pas. Selon S. Camara, 25 ans : « *Certes l'environnement doit être protégé, mais ce dont nous avons besoin pour l'avoir, il faut détruire en quelque sorte l'environnement car il faut creuser ; en revanche, je suis contre le fait de déverser les produits chimiques dans la nature, car leurs effets néfastes s'étendent sur une longue durée* ».

L'extraction minière a des impacts de pollution des eaux souterraines, comme illustré à travers la planche photographique.

Planche : Un puits d'extraction d'or



Source : Enquête de terrain, mars, 2021

Sur la planche photographique, la photo C nous indique un puits d'extraction d'or, à l'intérieur duquel les orpailleurs s'attèlent à creuser la roche. Une fois la roche creusée, la boue présumée dorée est extraite à la surface de façon manuelle avec des cordes de fortune par l'équipe de surface avant de procéder à l'étape de stockage et de lavage. Aux abords du puits, il est observé une ceinture de sacs remplis du sable qui jouent le rôle de margelle. On aperçoit aussi deux cordes d'extraction de boue suspendue à l'intérieur du puits. La photo D, à droite, nous avons un hangar de fortune et de diguettes constituées par des sacs remplis de sable pour éviter le retour du liquide et de la boue vers le puits. En arrière-plan, nous avons des boues extraites du puits qui devant être lavées en vue d'en extraire l'or. En plus de la contamination de l'environnement par les produits chimiques, ces activités contribuent à la dégradation de celui-ci, car après l'exploitation, ces sites ne sont jamais remis en état pour effacer l'aspect dégradé.

4. Discussion des résultats

Le riche patrimoine historique et culturel du Mali retrace de nombreux témoignages sur le rôle que l'or a joué dans l'épanouissement des grands empires qui se sont succédé dans la région, depuis le VIIème siècle (Camara, 2017, p. 1). Une illustration de l'importance de la production aurifère de cette époque est le célèbre pèlerinage à la Mecque de l'empereur du Mali Kankou

Moussa en 1325 (Keita, 2001, p. 2). L'orpaillage est une activité lucrative pour bon nombre de personnes en quête de moyens de subsistances. Cette activité à la fois traditionnelle n'est pas sans conséquences à la fois humaine et naturelle. Des pertes en vie humaine et des conséquences écologiques énormes.

De nos jours, les sites d'orpaillages sont menacés avec l'utilisation des produits chimiques, l'ouverture des tranchés, les excavations, l'empiétement du couvert végétal. L'utilisation des produits chimiques est une activité courante sur les sites d'orpaillage. Le site de Touréla ne fait pas exception à cette situation. Sur le site de Touréla, les orpailleurs dans leur majorité (50%) utilisent le mercure et le cyanure dans leur système d'extraction, contre seulement 17% pour l'usage exclusif du cyanure. Par ailleurs, 25% utilisent en association le mercure et le cyanure et seulement 8% des enquêtés qui n'utilisent aucun produit chimique.

Les résultats de ces auteurs sont confirmés dans la présente étude. Sur la santé humaine, les vapeurs de mercure représentent un réel problème de santé publique pour les orpailleurs et les populations riveraines. Des études relatives à l'utilisation du mercure dans le traitement du minerai mené sur 11 sites d'orpaillage au Burkina (Ouédraogo B, 2006) illustre bien l'impact de l'exploitation artisanale de l'or sur la santé citée par AFFESSI Adon Simon et al, page 304.

Dans la même logique (E. Sawadogo, 2021, p. 342), dans son étude sur l'utilisation de mercure au Burkina dans l'exploitation minière artisanale et à petite échelle, estime que 25 tonnes de mercure étaient utilisées chaque année. Les résultats de ces études sont confirmés par ceux du Ministère de l'Environnement, de l'Assainissement et du Développement Durable (2019, p. 49). Plusieurs maladies sont provoquées par l'orpaillage à cause de la poussière, de l'extrême humidité dans les galeries d'exploitation, mais aussi, de l'usage de produits chimiques (MECV, 2011, p. 43). Selon le ministère de l'Environnement, de l'Assainissement et du Développement Durable (Ibid, p. 48), les eaux usées découlant des processus d'extraction contiennent des résidus de produits hautement dangereux aussi bien pour l'homme que pour l'environnement.

Quant à la perception des impacts sur l'environnement et sur la santé humaine l'étude ont révélé que 50% des orpailleurs attribuent leur problème de santé à l'utilisation du mercure contre 25% pour le cyanure ; 25% incriminent les deux produits toxiques comme étant dangereux pour leur santé. Quant aux impacts de ces produits sur l'environnement, la majorité méconnaît leur dangerosité. Ce résultat conforte celui obtenu par (Richard M, al, 2015, 66p) qui évoquent que l'orpaillage a créé de nouveaux défis qui peuvent exacerber les challenges environnementaux, sanitaires et même sécuritaires du fait d'une méconnaissance par les orpailleurs des impacts négatifs que peuvent générer cette activité. L'eau reste indispensable dans le fonctionnement de l'activité minière aussi bien industrielle qu'artisanale. Ce faisant, elle demeure une source avérée de pollution des réserves aquifères ; notamment avec le rejet d'intenses particules dans l'eau (HUE B, KAMBIRE B., et ALLA D, p.141).

Selon AFFESSI Adon Simon, al, (2016, p. 303), l'utilisation du mercure dans la purification de l'or et aussi certaines particules chimiques contenues dans les résidus de pierres et du sous-sol entraînent des dépôts sédimentaires qui polluent les milieux aquatiques et atmosphériques ; tout comme cela a été démontré dans cette recherche. En Guyane, les recherches effectuées par Polidori et al. (2001, p. 473-494.) Portant sur le cycle biochimique du mercure ont mis en évidence le rôle aggravant de l'activité aurifère et particulièrement de l'orpaillage, d'une part par les rejets supplémentaires de mercure métallique ; d'autre part par une érosion certaine des sols qui favorise la mobilisation et le transport du mercure métallique jusqu'aux points les plus bas (bas-fond, cours d'eau). Les résultats de ces auteurs sont confirmés dans la présente étude. Sur la santé humaine, les vapeurs de mercure représentent un réel problème de santé publique pour les orpailleurs et les populations riveraines.

Les conséquences de cette activité sont fâcheuses pour le sol, l'air, l'eau et les couverts végétaux.

En ce qui concerne la protection de l'environnement et l'usage d'équipement de protection individuelle, plus de la moitié des enquêtés soit 60% des orpailleurs n'ont pas de connaissances sur la protection de l'environnement. Cette situation n'augure en rien à la prise de consciences des acteurs sur la protection de l'environnement. Quant au port des équipements de protection individuelle, 50% des enquêtés ne se protègent guère pendant les opérations d'extraction contre les substances chimiques. Cependant, les 50% qui se protègent ont des équipements tels que les masques à gaz (25%), casques (10%) et les deux à la fois (15%).

Conclusion

Sur le site de Tourela, l'or est exploité de manière artisanale avec des produits chimiques toxiques pour la santé humaine et l'environnement. Bien que l'orpaillage contribue à améliorer le niveau de vie des orpailleurs en leur procurant un revenu substantiel ainsi que des emplois dans un contexte de diminution progressive du rendement agricole, il n'en demeure pas moins qu'il reste une activité polluante. L'utilisation du mercure et du cyanure est très connue sur le site de Tourela avec comme corollaire le déversement des eaux issues de lavage au "Banc" et de cyanuration directement dans l'environnement. Le rejet de ces eaux chargées en métaux lourds dans l'environnement est la principale source anthropique de contamination des eaux de surface et même des eaux souterraines.

En effet, l'extraction artisanale de l'or s'accompagne également de la dégradation physique de l'environnement par l'abattage des arbres et arbustes comme c'est le cas sur le site de Tourela car les arbres coupés servent à construire des échelles et des piquets pour soutenir les puits miniers. Pour que l'utilisation des produits chimiques soit réduite, il va falloir que l'administration des mines avec l'aide des "Tomboloma" soient vigilants. La présence de l'administration des mines sur les sites d'orpaillage ne doit pas simplement être limitée à la vente de la carte d'orpailleur ou la collecte des taxes.

Elle doit aussi veiller au respect des mesures sanitaires et environnementales et sensibiliser les orpailleurs sur les bonnes pratiques environnementales. Cette sensibilisation doit s'étendre, avec le temps, à la mise en œuvre d'une pratique d'exploitation artisanale de l'or plus responsable et plus respectueuse de l'environnement. Les orpailleurs méconnaissent pour la plupart la dangerosité de ces produits chimiques. Les conditions d'utilisations de ces produits ne sont pas réunies sur les sites. Cette étude a permis d'apporter la lumière sur cette problématique.

Références bibliographiques

- ABDOUL Amadou Sanoussi 2019, Evaluation des impacts de l'exploitation artisanale de l'or sur le site d'orpaillage de Komabangou (Liptako, NIGER),
- AKTOUF 1987, *Méthodologie des sciences sociales et approches qualitatives des organisations*, Québec,
- AFFESSI Adon Simon, KOFFI Koffi Gnamien Jean-Claude, SANGARE Moussa, 2016, « Impacts sociaux et environnementaux de l'orpaillage sur les populations de la région du bounkani (Cote D'ivoire) », *European Scientific Journal* September 2016 edition vol.12, No.26 ISSN: 1857 – 7881 (Print) e - ISSN 1857- 7431, 19p.
- Amadou keita, 2017, « orpaillage et accès aux ressources naturelles et foncières au Mali », *Les Cahiers du CIRDIS* ; 29 pages
- Augustin, B. 2018, « Etude sur l'orpaillage et l'utilisation du mercure dans l'exploitation minière artisanale en Ituri », 25p.

BAMBA Ousmane, PELEDE Souleymane, SAKO Aboubakar, KAGAMBEGA Nicilas, MININGOU Mariette, 2013, « Impact de l'artisanat minier sur les sols d'un environnement agricole aménagé au Burkina Faso », *Journal des Sciences* volume 13, n°1, octobre 2013 ; pp.1-11.

Camara, S. (2017), Impacts de l'exploitation aurifère artisanale dans la commune rurale de Séléfougou, Cercle de Kangaba. Mémoire de Master en Histoire et Géographie, Ecole Normale Supérieure, Bamako.

Djibrilla, A. M. 2017, « *Analyse des impacts environnementaux et socio-économiques liés à l'exploitation minière de l'or dans le Liptako nigérien* »: approche méthodologique et mesures d'atténuation, thèse, 267p

DNM (Direction Nationale de la Météorologie), *Programme d'action nationale d'adaptation aux changements climatiques. Centre National de la Recherche Scientifique, Bamako*

Edith Sawadogo, 2021, « *Discours, pratiques et dynamiques environnementales autour de l'orpaillage dans la commune de Kampti, (Sud-ouest du Burkina Faso)* », thèse de doctorat, université de Ouaga I, 342 p

Fatoumata Maiga, Abdoukadi Oumarou Touré, Ahamadou Diya, Issa Ouattara, Sidiki Doumbia, 2022, « Les effets de l'orpaillage par drague sur la biodiversité aquatique de la rivière Baoulé dans la commune rurale de Kémékafo, région de Dioila », *Revue Africaine des Sciences Sociales et de la Santé Publique*, Volume 4 (1), 10p

HUE Bi Broba Fulgence, KAMBIRE Bébé, ALLA Della André, 2020, « Mutations environnementales liées à l'orpaillage à Ity (Ouest de la Côte d'Ivoire) », *Annales de l'Université de Moundou, Série A-FLASH Vol.7(2)*, Juin. 2020, aflash-revue-mdou.org, p- ISSN 2304-1056/e-ISSN 2707-6830, 19p

M'BODJ, F.B, 2011, « *Boom aurifère à l'est du Sénégal, l'ouest du Mali et au nord-est de la Guinée : mutations socio-économiques et spatiales d'anciennes marge géographiques et économiques. Thèse de doctorat des Universités* », Université Gaston Berger Saint Louis du Sénégal ; Université Paris 1 Panthéon-Sorbonne, 322 p.

PNUE, 2017, Programme des Nations Unies pour l'environnement, 2017

POLIDORI L., FOTSING J.-M., ORRU J.- F., 2001, « Déforestation et orpaillage : apport de la télédétection pour la surveillance de l'occupation du sol en Guyane française ». In : Carmouze J.-P., Lucotte M., Boudou A. (éd.). *Le mercure en Amazonie*. Paris, France, Ird éditions, p. 473-494.

OMS, 2017, Risques pour la santé au travail et l'environnement associés à l'extraction minière artisanale et à petite échelle de l'or. Retrieved from <http://apps.who.int/iris>. Vente,

O'Neill, J. D., Telmer, K. 2017, Estimer l'utilisation du mercure et identifier les pratiques de l'extraction minière artisanale et à petite échelle de l'or (EMAPE). Genève ONU-Environnement.

ORCADE (2006), Etude diagnostique du cadre institutionnel et juridique de l'activité minière industrielle au Burkina Faso : cas de Poura et Essakane.

ONUDI, DNACPN, 2009, Atelier sous régional des pays de l'Afrique de l'Ouest francophone sur les problèmes de l'orpaillage. Direction Nationale de l'Assainissement et du Contrôle des Pollutions et des Nuisances, Bamako

RICHARD M, al, 2015, « La santé dans l'orpaillage et l'exploitation minière artisanale: un manuel pour instructeurs, Victoria », BC. Retrieved from www.artisanalgold.org, 66p

KEITA Seydou, 2001, « Étude sur les mines artisanales et les exploitations minières à petite échelle au mali »; Mining, Minerals and Sustainable Development, n°80, 54 p.

SALHI Bilel, 2017, « *Mutations socio-spatiales et environnementales du bassin minier de Gafsa (Sud-Ouest de Tunisie)* » : apport des outils géomatiques. Thèse de doctorat en Géographie, Université du Maine, 350 p.