

Impact de L'orpaillage sur le Milieu Physique des Ecosystèmes Forestiers du Secteur de Souanké, République du Congo

Noël Watha-Ndoudy

Faculté des Sciences et Techniques,
Université Marien Ngouabi, Brazzaville, Congo

Claude Mélaïne Dipakama

Institut National de Recherche Forestière, Brazzaville, Congo

Jean de Dieu Nzila

Ecole Normale Supérieure, Université Marien Ngouabi, Brazzaville, Congo

Isidore Nguelet-Moukaha

Victor Kimpouni

Institut National de Recherche Forestière, Brazzaville, Congo

[Doi: 10.19044/esipreprint.10.2022.p60](https://doi.org/10.19044/esipreprint.10.2022.p60)

Approved: 11 October 2022

Posted: 13 October 2022

Copyright 2022 Author(s)

Under Creative Commons BY-NC-ND

4.0 OPEN ACCESS

Cite As:

Watha-Ndoudy N., Dipakama C.M., J.D. Nzila., Nguelet-Moukaha I., & Kimpouni V. (2022). *Impact de L'orpaillage sur le Milieu Physique des Ecosystèmes Forestiers du Secteur de Souanké, République du Congo*. ESI Preprints.

<https://doi.org/10.19044/esipreprint.10.2022.p60>

Résumé

Ce travail a pour objet de contribuer à la connaissance de l'orpaillage et de ses impacts dans l'environnement forestier du secteur de Souanké au Nord-Ouest de la République du Congo. La méthodologie est basée sur l'inventaire des types et des caractéristiques des exploitations, et sur une évaluation des impacts environnementaux observés à l'aide de la grille de Fecteau et des analyses au spectrophotomètre. La télédétection a servi à l'évaluation de la dégradation forestière. Occupant 18 sites sur les 20 identifiés, l'exploitation artisanale reste dominante (soit 90%) par rapport à celle semi-industrielle. L'exploitation artisanale est pratiquée par des Congolais et certains étrangers (Camerounais, Tchadiens, Ouest africains, Congolais de la RDC) organisés en équipes légères tandis que l'exploitation semi-industrielle est pratiquée par des sociétés chinoises. Les impacts négatifs relevés sur l'environnement du secteur sont : dégradation du couvert

végétal, perturbation du milieu, excavations, stagnation des eaux et asphyxie des plantes, éboulements, modification du paysage, tas de graviers et morts terrains abandonnés, augmentation de la turbidité des eaux, perturbation du régime d'écoulement des cours d'eau, risques d'accident. Les impacts identifiés pour l'orpaillage semi-industriel et l'orpaillage artisanal sont respectivement : majeurs (50% vs 31%), moyens (29% vs 15%), mineurs (21% vs 54%). La turbidité est supérieure à 500 NTU du point de lavage jusqu'à 1000 m en aval dans les sites mécanisés alors qu'elle décroît rapidement en aval des sites traditionnels. La superficie forestière dégradée par les activités d'orpaillage est évaluée à 934 ha sur 13.912 ha, soit un taux de 6.7%.

Mots-clés: Souanké, Congo, orpaillage, impacts environnementaux, dégradation forestière

Impact of Gold Mining on the Physical Environment of Forest Ecosystems in the Souanke Sector, Republic of Congo

Noël Watha-Ndoudy

Faculté des Sciences et Techniques,
Université Marien Ngouabi, Brazzaville, Congo

Claude Mélaïne Dipakama

Institut National de Recherche Forestière, Brazzaville, Congo

Jean de Dieu Nzila

Ecole Normale Supérieure, Université Marien Ngouabi, Brazzaville, Congo

Isidore Nguélet-Moukaha

Victor Kimpouni

Institut National de Recherche Forestière, Brazzaville, Congo

Abstract

The aim of this work is to contribute to the knowledge of gold artisanal mining and its impacts in the forest environment of the Souanké sector in the northwest of the Republic of Congo. The methodology is based on an inventory of the types and characteristics of mining operations, and on an assessment of the environmental impacts observed using the Fecteau grid and spectrophotometer analyses. Remote sensing was used to assess forest degradation. Of the 20 sites identified, 18 are dominated by artisanal mining (90%) compared to semi-industrial mining. Artisanal mining is carried out by Congolese and some foreigners (Cameroonians, Chadians, West Africans, and Congolese from the DRC) organized in small teams, whereas semi-industrial mining is carried out by Chinese companies. The negative

impacts noted on the environment of the sector are degradation of the vegetation cover, environmental disturbance, excavations, stagnation of water and asphyxiation of plants, landslides, modification of the landscape, heaps of gravel and dead land abandoned, increase in water turbidity, disturbance of the flow regime of watercourses, risks of accidents. The impacts identified for semi-industrial and artisanal gold mining are respectively: major (50% vs. 31%), medium (29% vs. 15%), and minor (21% vs. 54%). Turbidity is above 500 NTU from the washing point to 1000m downstream in mechanized sites, whereas it decreases rapidly downstream in artisanal sites. The forest area degraded by gold mining activities is estimated at 934 ha out of 13,912 ha, corresponding to a rate of 6.7%.

Keywords: Souanké, Congo, gold mining, environmental impacts, forest degradation

1. Introduction

La gestion de l'environnement et des ressources naturelles est de nos jours au centre des préoccupations majeures de développement durable. Les écosystèmes forestiers sont sans cesse soumis aujourd'hui à des pressions liées aux activités anthropiques à l'instar des activités d'orpaillage dont les conséquences prennent une allure catastrophique aussi bien sur le milieu physique que sur la biodiversité.

L'orpaillage est une ancienne pratique encore observée de nos jours, qui consiste à concentrer et à extraire l'or en utilisant des méthodes et procédés manuels et semi-mécanisés (Kiemtore, 2012). Cette activité contribue à l'augmentation des revenus des populations locales malgré les conditions difficiles dans lesquelles elle s'opère (Mokam et al., 2016 ; Affessi et al., 2016 ; Bohbot, 2017 ; Hue et al., 2020, Ndiaye, 2020).

Au monde comme en Afrique, l'activité d'orpaillage occupe une place importante dans les économies de certains pays comme la Guyane, le Brésil, le Burkina Faso, le Mali, le Ghana et la Cote d'Ivoire. Cependant ces activités ont fortement dégradé l'environnement (Seydou, 2001 ; Collectif de Guyane, 2005 ; Mark & Shanomae, 2010 ; Sorgho, 2011 ; Sorgho, 2011 ; Dialga, 2013 ; Palle Diallo et al., 2013 ; Roamba, 2014 ; Richard et al., 2015 ; Bohbot J., 2017 ; Hue et al., 2020 ; Ndiaye, 2020 ; Ahoussi et Yapo, 2021).

Au Congo, l'orpaillage est pratiqué depuis l'époque coloniale et se développe de nos jours sur toute l'étendue du territoire congolais à l'instar du secteur de Souanké, et constitue un moyen de lutte contre la pauvreté. Du fait de son caractère artisanal, complètement informel et illégal, l'Etat s'implique peu dans cette activité. On assiste à une exploitation anarchique de l'or avec des schémas de traitement rudimentaires et semi-mécanisés, et à la

mauvaise gestion de l'environnement dans les sites d'orpaillage, ce qui génère beaucoup d'impacts négatifs (Moukouity, 2004 ; Solo, 2010 ; Kissama, 2011 ; Mouhani, 2014, Laboundou, 2014 ; Samba, 2015). Le secteur de Souanké a la particularité d'abriter à la fois l'orpaillage traditionnel et l'orpaillage semi-industriel, avant d'être choisi par le processus REDD pour un programme de gestion durable (FCPF, 2016.) ; ce qui devait susciter un nouvel intérêt pour la connaissance des impacts liés à cette association dans ce secteur.

La présente étude est une contribution à la connaissance des impacts environnementaux générés par l'activité dans ce milieu dans le but de proposer des mesures de sauvegarde pour la gestion durable de cet écosystème forestier.

2. Matériel et Méthodes

2.1. La zone d'étude

L'étude a été réalisée dans le district de Souanké, situé au nord-ouest du Congo, dans le département de la Sangha. Les sites se situent à proximité immédiate de la frontière du Congo avec le Cameroun entre la Latitude 02°03'31''Nord et la Longitude 014°07'55''Est. Vingt (20) sites ont fait l'objet de notre étude dont treize (13) à Elogo (Tripolie1, Triplolie2, Guinée, Kampala, Zoane, Maud1 Balola, Seya, Voula, Nasimdib1, Nasimdib2, Modidoum, Maud2), un (1) à Souanké (kolabia) et six (6) à Elen (Momépiab, Moyibwan, Djaboma1, Djaboma2, Yangadou et Ekokola) (figure 1).

Le milieu d'étude est caractérisé par un climat de type subéquatorial. Il comprend quatre saisons qui alternent avec régularité : deux (2) saisons sèches de décembre à février et de juillet à septembre ; deux (2) saisons des pluies bien équilibrées qui s'étalent de mars à juin et d'octobre à novembre. Les températures annuelles oscillent entre 24,5° et 25,5°, en fonction de l'altitude, et sont adoucies par un régime pluviométrique allant de 1500 à 1700 mm.

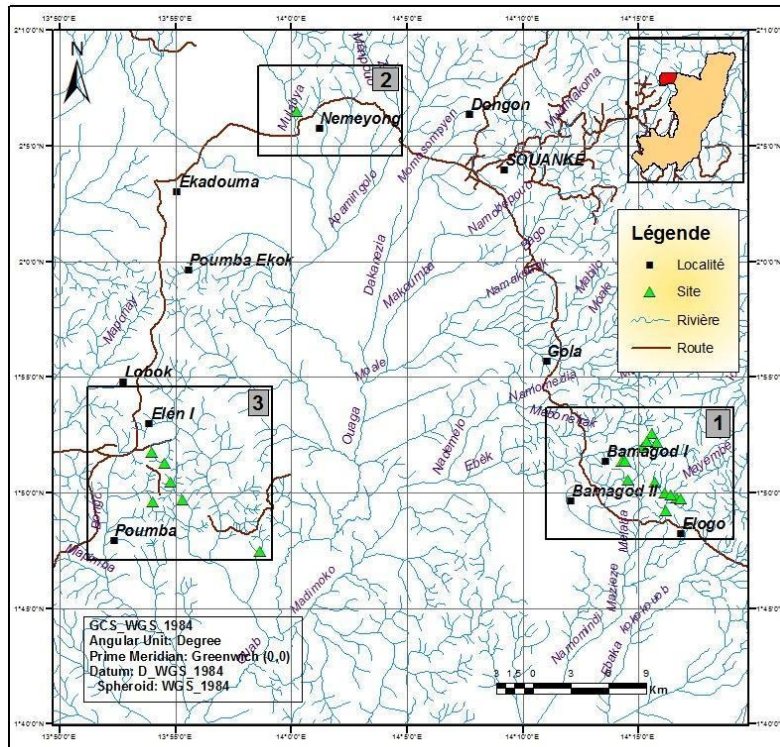


Figure 1. Localisation de la zone d'étude

Le relief est accidenté, formé de hauts plateaux et de collines (300 à 400 m d'altitude) encadrant d'importantes vallées. Le réseau hydrographique est dominé par le bassin de la Sangha, alimenté par la Ngoko dans la zone de Ouessou. Les cours d'eau Ivindo, Mambili et Lengoué, qui prennent naissance à l'extrême nord, drainent une bonne partie du territoire avant de se jeter dans la Likouala.

La végétation est représentée par la forêt équatoriale primaire, particulièrement dense de plus de trois (3) millions d'hectares et d'une savane à faible superficie, localisée dans la partie Sud du Département. Les sols prédominants de la Sangha sont des Ferralsols et des Gleysols qui sont favorables à l'agriculture.

La géologie de la zone est constituée des formations du socle d'Ivindo à l'Ouest du méridien 14° 30 E et par des formations sédimentaires à l'Est.

Le Milieu humain du département de la Sangha qui s'étend sur une superficie de 55.800 km², compte une population de 104 366 habitants avec une densité très faible de 1,87 hbt/km². Cette population est surtout localisée le long des axes routiers, fluviaux, dans les chantiers forestiers et dans les

principaux chefs-lieux de districts de Ouesso : Sembé, Souanké, Pokola et Mokeko (Groupe de la Banque Africaine de Développement, 2015).

2.2. Méthodologie

La méthode utilisée était basée sur les activités suivantes : (i) Les enquêtes, sous forme d'entretien, réalisées à l'endroit des orpailleurs au niveau des sites d'exploitation de l'or sur un échantillon de 50 personnes afin de caractériser l'ensemble des sites d'exploitation au niveau de la zone d'étude ; (ii) l'identification et l'analyse des impacts générés par l'orpaillage sur l'environnement à l'aide d'une liste de contrôle des impacts. Cette analyse reposait sur la détermination de trois (3) critères fondamentaux qui sont la durée, l'étendue et l'intensité des impacts ; (iii) L'estimation de l'importance des impacts sur les composantes du milieu en faisant une interaction entre la durée, l'étendue et l'intensité des impacts à partir de la grille de Fecteau ; (iv) Les mesures de la turbidité à l'aide d'un spectrophotomètre et (v) l'estimation des superficies forestières perdues au niveau des sites d'orpaillage à partir des images satellitaires de Landsat 8 en utilisant les logiciels ENVI 4.8, Arcgis 10.5 et Qgis 3.8.2 (Vilatte, 2007 ; CEH, 2015, Randrianarijaona, 2017, N'da et al., 2008, Bitiesse et al., 2017).

3. Résultats

3.1. Types d'exploitation de l'or dans la zone d'étude

Sur 20 sites recensés, 2 types d'exploitation sont pratiqués par les orpailleurs de la zone de Souanké. Il s'agit de l'orpaillage traditionnel qui représente une activité dominante à 90% dans la zone étudiée et l'orpaillage semi mécanisé, minoritaire (10%) par rapport à l'orpaillage traditionnel (figure 2).

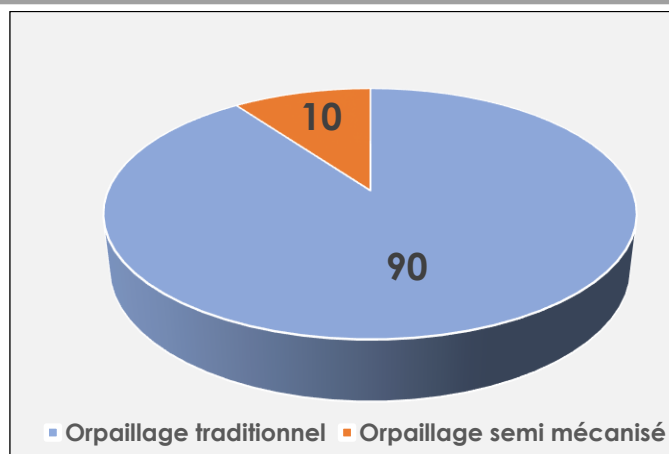


Figure 2. Fréquence des types d'exploitation

3.2. Répartition et organisation des orpailleurs sur les sites d'exploitation

Les figures 3 et 4 présentent la répartition des actifs de la filière or dans le secteur. Sur les sites d'exploitation enquêtés, 91% des orpailleurs sont de nationalité Congolaise et 9% de nationalités étrangères. Les Congolais, constitués des Bakwélés, des Djèmes et d'autres ethnies, exploitent de façon artisanale. Les étrangers viennent de la Chine, du Cameroun, du Tchad, de l'Afrique de l'ouest et de la RDC. Les chinois pratiquent de l'exploitation semi-industrielle alors que le reste des étrangers exploitent de façon artisanale (figure 3).

Ces exploitants s'organisent en équipes et rarement en individualité sur les sites d'orpaillage. Le nombre moyen des orpailleurs par équipe de travail est de 5 personnes dans les sites étudiés, il varie selon les groupes et le volume de travail à réaliser. Les acheteurs de l'or dans le secteur de Souanké sont de plusieurs nationalités. Les Camerounais sont les plus représentatifs (55%) par rapport aux autres acheteurs (Ouest africains, Congolais, Tchadiens, Chinois) (Figure 4).

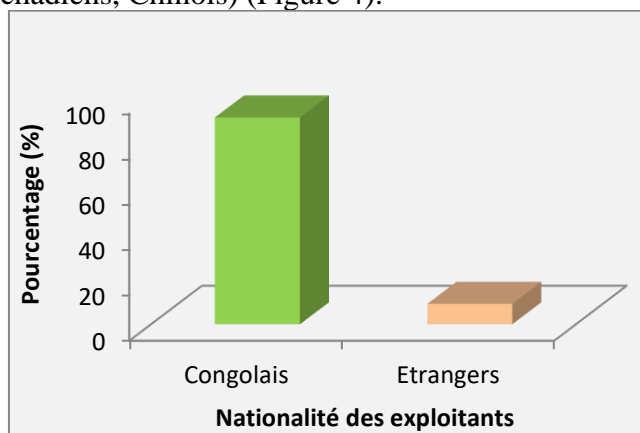


Figure 3. Répartition des nationalités

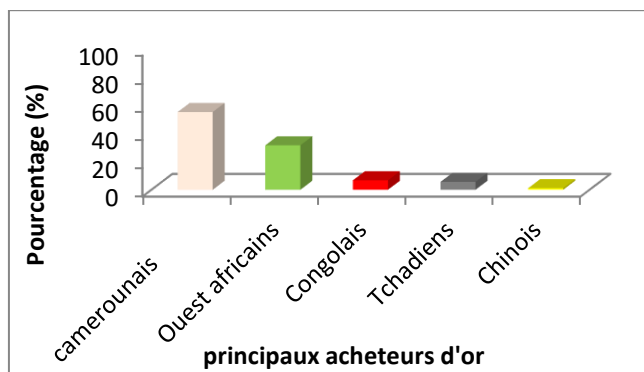


Figure 4. Répartition des acheteurs d'or

3.3. Techniques d'exploitation de l'or

L'exploitation de l'or dans le secteur de Souanké passe par 3 phases : la phase de prospection, la phase de préparation du site sélectionné et la phase d'exploitation proprement dite. Les techniques d'exploitation et les outils utilisés pendant l'exploitation sont rudimentaires et manuels dans les sites traditionnels et semi-mécanisés dans les sites semi industriels (tableau I).

3.3.1 Phase de prospection

Pendant la prospection, les orpailleurs défrichent la zone choisie, creusent le sol jusqu'à atteindre la couche minéralisée caractérisée par la présence des graviers. Les sondeurs font des tests à la batée si la couche minéralisée est présente, lorsque la batée réalisée montre une vingtaine de minuscules fragments appelés points d'or, la zone est dite fertile en substances minérales. En cas d'absence de gravier et que la batée montre moins d'une vingtaine de points d'or, les orpailleurs abandonnent la zone et continuent les recherches le long des rivières.

3.3.2 Phase de préparation des sites

La préparation des sites consiste à dégager le couvert végétal dans la zone fertile, à installer les matériels et le campement si nécessaire, et à approvisionner les sites en eau. Les orpailleurs acheminent de l'eau des rivières environnantes vers le lieu de stockage à l'aide des motopompes. Lorsque la rivière est très éloignée, ils font passer l'eau d'une excavation à une autre. Les cours d'eau sont aussi détournés en creusant un chenal artificiel jusqu'au lieu de stockage.

3.3.3 Phase d'exploitation

L'exploitation est une phase qui consiste à creuser dans le but d'extraire le gravier, à laver et à récupérer le minerai d'or.

3.3.3.1 Extraction

Les orpailleurs procèdent premièrement au décapage de la couche stérile et ensuite à l'extraction de la couche minéralisée. Celle-ci est stockée quelque part sur le site ou dans une excavation avant d'être lavée. Pendant l'extraction, les eaux souterraines envahissent les excavations, elles sont alors évacuées à l'aide des motopompes pour faciliter le travail. Dans les sites traditionnels, le creusage se réalise en fonction de la profondeur du gravier avec des pelles et des pioches. Lorsque la couche payante est peu profonde, le creusage se fait de façon simple avec un seul compartiment, cependant lorsqu'elle est profonde, il se fait en créant des gradins ou des galeries. Au niveau des sites semi-industriels, le creusage se fait avec des

excavateurs, soit de façon simple, soit sous forme des gradins en tenant compte de la facilité de circulation des engins (Photos 1 et 2).



Photo1. Extraction manuelle du gravier sur le Site Ekokola



Photo 2. .Extraction semi-mécanisée du gravier sur le Site Maud 1

3.3.3.2 *Lavage*

Au niveau des sites traditionnels, les orpailleurs utilisent les outils rudimentaires pour laver les graviers extraits autrefois. Ils utilisent la caisse de débouage pour séparer les éléments grossiers (graviers) des éléments moins grossiers et fins (sable, argiles). L'eau est actionnée avec un seau ou un morceau de bidon et déversée dans la caisse. Les éléments fins sont entraînés dans l'eau alors que les éléments grossiers et lourds sont retenus dans la caisse de débouage. Les éléments sableux sont ensuite lavés à la batée pour obtenir le concentré (minéraux lourds).

Dans les sites semi-industriels, le système de lavage comprend un bassin de stockage d'eau, deux laveries (petite et grande) et un bassin de rétention des sédiments. Dans un premier temps, le gravier est lavé au niveau de la grande laverie. L'eau provenant du bassin de stockage est pompée sous forte pression sur le gravier chargé dans la grande laverie, séparant ainsi le sable des argiles et des graviers. Un tapis ou moquette retient le sable et laisse passer les fins dans le bassin d'accumulation des sédiments.

Les sédiments arrivés dans le bassin d'accumulation sont acheminés vers la petite laveuse à l'aide des tuyaux métalliques où ils vont être soumis à un deuxième traitement. A côté, les paysans sont autorisés à faire des coups des caisses c'est-à-dire retraiter les sédiments dans l'espoir de trouver l'or qui a pu échapper au système de récupération semi-industriel (Photos 3 et 4).

3.3.3.3 *Exhaure*

Les orpailleurs atteignent souvent la nappe phréatique pendant le creusage dans les sites traditionnels. La présence d'eau en provenance des nappes souterraines dans les excavations empêche le bon déroulement des activités. Pour pallier ce problème, les orpailleurs utilisent les batées ou les motopompes pour vider l'eau des excavations.

Dans l'orpaillage semi-mécanisé, l'exhaure se fait pendant le lavage. En effet les eaux chargées des sédiments au niveau du bassin d'accumulation et évacuées vers la petite laverie sont par la suite rejetées dans la nature.



Photo 3. Lavage traditionnel sur le site Guinée



Photo 4. Lavage semi mécanisé sur le site Maud 1

3.3.3.4 *Récupération de l'or*

La technique de récupération est la même pour les deux types d'exploitation (traditionnelle et semi mécanisée). Le concentré des minéraux lourds obtenu après le lavage à la batée, est ensuite séché soit au soleil soit au feu. Après le séchage, l'or est séparé d'autres minéraux par soufflage.

Tableau I. Outils utilisés pendant les différentes phases de l'orpaillage dans le secteur de Souanké

Phases d'exploitation	Activités	Outils ou moyens utilisés	
		Exploitation artisanale	Exploitation semi mécanisée
Prospection	Défrichage	Machettes, pelle, pioche	Pelle hydraulique
	Sondage	Barre à mine, pelle, pioche	Pelle hydraulique
	Test	Batée	Batée
Préparation du site	Dégagement de la végétation	Machettes, pelle traditionnelle, pioche	Pelle hydraulique
Exploitation	Approvisionnement en eau	Motopompe, batée	Motopompe
	Extraction	Pelle traditionnelle, Echelle, Bidons en plastique	Pelle hydraulique
	Stockage des graviers	Pelle, Bidons en plastique	Pelle hydraulique

	Lavage	Caisses de débouillage	Laveries (petites et grandes)
Récupération de l'or	Exhaure	Batée, motopompe	Motopompe
	Récupération de l'or	Batée, Papiers, Feuilles	Batée, Papiers, Feuilles

3.4 Les impacts identifiés

Les activités d'orpaillage réalisées dans le secteur de Souanké génèrent des impacts négatifs sur le milieu biophysique (végétation, sol, paysage, faune, eau) et le milieu humain (Sécurité). il s'agit de la perte du couvert végétal, les excavations, la formation des lacs, les éboulements, l'augmentation de la turbidité des eaux, la modification du paysage, les tas de graviers et morts terrains abandonnés, l'assèchement des cours d'eau, la perturbation des eaux souterraines, la perturbation du milieu faunique, les déchets abandonnés, les accidents, le bruit, le sur-alluvionnement des cours d'eau, l'asphyxie des plantes.

Les excavations, la perte du couvert végétal, la modification du paysage, tas de graviers et morts terrains abandonnés, la perturbation du milieu faunique, et l'augmentation de la turbidité des eaux sont les plus fréquemment observés sur les sites d'orpaillage ; la perturbation des eaux souterraines, le bruit, la formation des lacs, le suralluvionnement, les déchets abandonnés et les accidents présentent une fréquence moyenne alors que l'éboulement, l'assèchement des cours d'eau et l'asphyxie des plantes ont une fréquence faible car ils ne sont observés que dans quelques sites (Maud 1, Maud 2, Guinée) (figure5).

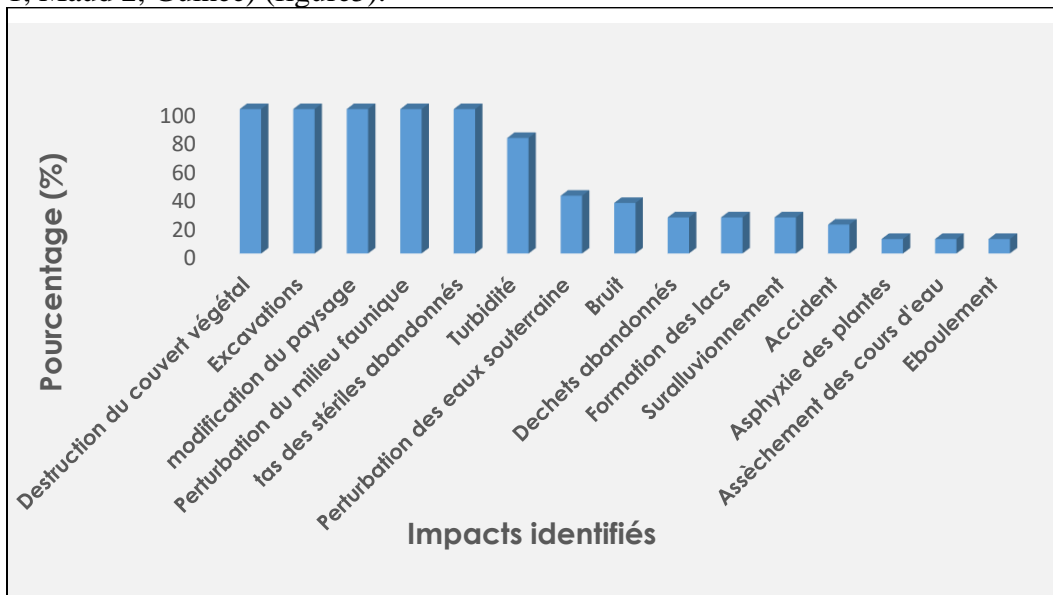


Figure 5. Fréquence des impacts identifiés sur les sites d'orpaillage

3.4.1 Description des impacts identifiés sur le milieu biophysique

3.4.1.1 Sur la végétation et la faune

Les activités de l'orpaillage semi-industrielle ou traditionnelle dans le secteur de Souanké contribuent à la perte et à la dégradation des ressources forestières de la zone. Ces activités perturbent aussi le milieu faunique car on assiste à la perte de la biodiversité et à l'éloignement des animaux. Le défrichage lors de la recherche des zones minéralisées ; la coupe des bois pour la déviation des cours d'eau et le soutènement des puits ; le déboisement pendant la préparation des sites et l'exploitation de l'or ; le déversement des eaux de lavage du minerai dans la forêt sont là des activités sources de la perte du couvert végétal, l'asphyxie des plantes et perturbation du milieu faunique (Photo 5 et 6).



Photo 5. Perte du couvert végétal (Maud 1)



Photo 6. Asphyxie de la végétation (Maud 2)

Pour estimer la perte de la végétation, on a utilisé les images Landsat. Après traitement et classification de l'image Landsat 8 de l'année 2017, la superficie forestière dégradée par les activités d'orpaillage dans cette zone est évaluée à 934 ha sur une superficie de 13.912 ha, soit 6.7% (Figure 6).

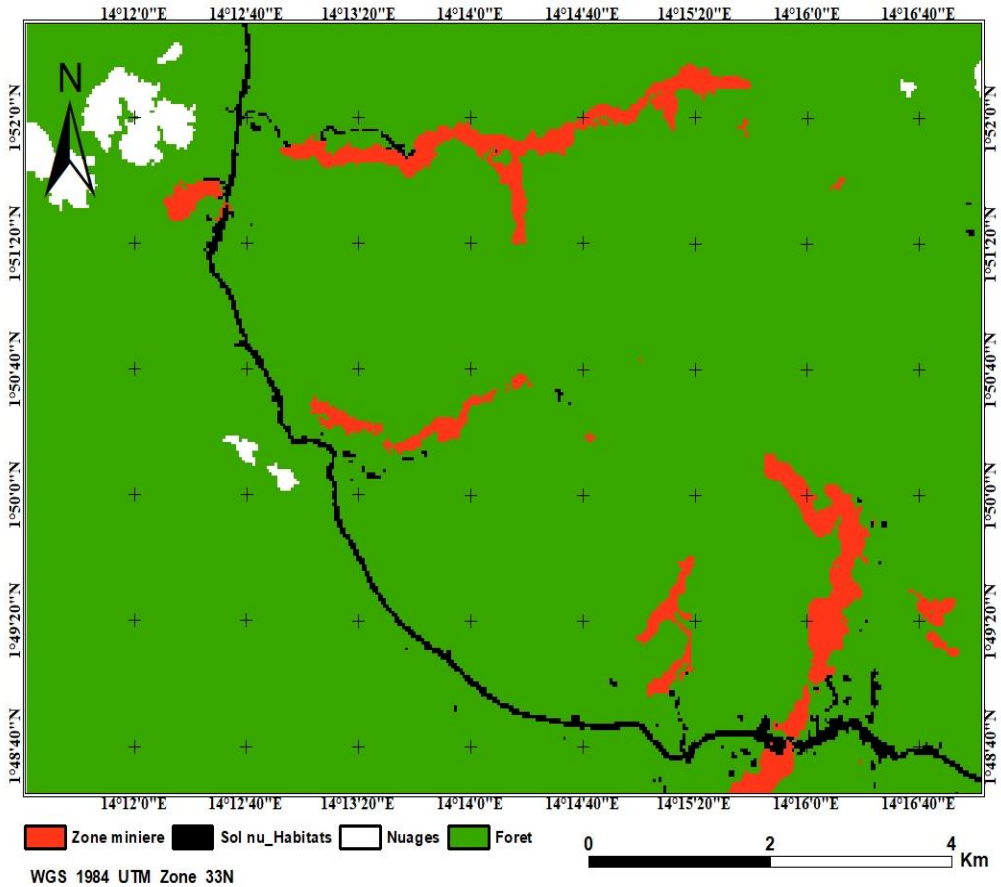


Figure 6. Carte d'occupation des sites d'orpaillage dans la zone

3.4.1.2 Sur le sol et le paysage

Les impacts de l'orpaillage générés sur le sol sont identifiés à toutes les étapes de l'exploitation artisanale et semi-mécanisée de l'or.

Lors de la prospection, de trous sont réalisés çà et là, il en est de même lors du fonçage durant lequel les puits sont creusés pour extraire le minerai. On observe la présence des excavations, la formation des lacs, les éboulements, les tas de gravier, de mort terrains et les déchets abandonnés, ce qui dégrade de façon irréversible le sol car il n'est pas reconstitué après l'exploitation (photo 7-12).

Le volume des excavations et des tas de terrils sur les sites dépend du type d'exploitation et de la fréquence des activités. Il est plus énorme au niveau des sites semi-mécanisés à cause de la facilité des opérations liée aux outils utilisés (pelles hydrauliques, laveries mécanisées, motopompes etc...). Ces excavations ne sont pas remblayées à la fin d'exploitation des sites, elles sont par la suite remplies d'eau formant ainsi des lacs. Les éboulements ne

sont pas fréquents dans le secteur, ils ne sont identifiés que dans les sites artisanaux de Guinée et Ekokola. Tous ces impacts identifiés pendant et après l'exploitation du minerai d'or, modifient largement le paysage.



Photo 7. Excavation sur site semi-mécanisé (Maud 1)



Photo 8. Excavation, site traditionnel (Ekokola)



Photo 9. Formation des lacs dans un site semi-mécanisé (Maud 1)



Photo 10. Stagnation des eaux, site traditionnel (Tripoli 2)



Photo 11. Eboulement, site traditionnel (Guinée)



Photo 12. Abandon des graviers et morts terrain, site semi- mécanisé (Maud 1)

3.4.1.3.1. Sur les ressources en eau

L'eau joue un rôle capital dans l'orpaillage car elle intervient dans presque toutes les étapes de l'exploitation. On observe les sites d'exploitation de l'or tout au long des cours d'eau, ce qui prouve à suffisance son importance dans le processus d'extraction de l'or. Les exploitants atteignent les eaux souterraines à quelque mètre de profondeur selon les sites lors du creusage. Ils font alors usage des motopompes ou des batées pour évacuer cette eau. Ce qui impacte négativement la quantité des eaux souterraines (Photo 17). Aussi, lorsque le lavage du minerai ne se fait pas directement sur le lit du cours d'eau, les orpailleurs détournent les chenaux, drainent les eaux des cours d'eau à l'aide des motopompes ou encore d'une excavation à une autre lorsque le cours d'eau est très éloigné du point de lavage. Elle est alors stockée dans les bassins de rétention pour être ensuite utilisée pendant le lavage des minerais (photo 18), ces opérations perturbent la dynamique des cours d'eau et conduisent à l'assèchement de ceux-ci (photo 15). Ces eaux de lavage sont ensuite retournées dans les cours d'eau. Quand l'exploitation se fait directement sur le lit vif des cours d'eau, on assiste au sur alluvionnement des cours d'eau et à l'augmentation de la turbidité des eaux à proximité des sites d'exploitation. Nous avons comparé la turbidité des eaux de deux rivières qui nous ont paru caractéristiques : les rivières Maziézé qui draine un site d'exploitation semi industrielle et la rivière Kolabia pour l'exploitation traditionnelle. La rivière Maziézé présente une turbidité de 8 NTU en amont du point de lavage et supérieure à 500 NTU du point de lavage du minerai jusqu'à 1000 m en aval de ce point. La rivière Kolabia en revanche présente une turbidité de 11 NTU en amont du point de lavage, elle augmente à 360 NTU au niveau de la zone de lavage et diminue progressivement en aval (photo 13, 14 e16). Ces résultats montrent que les eaux sont plus turbides en aval de l'exploitation semi-industrielle par rapport à l'exploitation traditionnelle.



Photo 13. Turbidité (rivière Mazieze)



Photo 14. Turbidité (rivière Kolabia)



Photo 15. Assèchement du cours d'eau (Maud 1)



Photo 16. Suralluvionnement d'un cours d'eau en aval du site (Maud 1)



Photo 17. Perturbation des eaux souterraines



Photo 18. Stockage d'eau dans un bassin de retention

3.4.1.3 Sur le milieu humain

L'impact de l'orpaillage sur la sécurité des orpailleurs dans le secteur de Souanké est fonction de leurs conditions de travail et des techniques utilisées. Les orpailleurs travaillent dans les conditions précaires, sans mesure de sécurité (photo 19 et 20). On note la présence d'engins, de tuyaux, des déchets et excavations sur les sites (photo 21). Les sites exploités sont abandonnés sans remise en état, avec des épaves métalliques et plastiques. Ces modifications couplées au manque des équipements de protection individuelle augmentent les risques d'accidents à l'endroit des orpailleurs et ils sont par conséquent exposés aux blessures et même à la mort).



Photo 19. Conditions de travail des orpailleurs (site balola)



Photo 20. Conditions de travail des orpailleurs (site Ekokola)



Photo 21. Présence des engins sur les sites (Maud 1)



Photo 22. Présence des tuyaux sur les sites (Maud 1)



Photo 23. Epave de générateur abandonné sur le site de Moyibona



Photo 24. Epave de laverie abandonnée sur le site Djaboma 1

3.5 Caractérisation et évaluation des impacts

Les impacts environnementaux identifiés ont une valeur négative c'est-à-dire qu'on assiste à une détérioration de l'environnement biophysique et humain. Ces impacts sont directement générés par les activités d'orpaillage du secteur de Souanké. Leur intensité est Forte à 71%, Moyenne et faible à 14% dans les sites semi-mécanisés alors qu'elle est forte à 38% et, Moyenne et faible à 31% dans les sites artisanaux.

Au niveau des sites semi-mécanisés, leur durée est longue pour 57% sur 46% dans les sites artisanaux. Le pourcentage des impacts à durée moyenne est plus élevé au niveau des sites mécanisés (21%) et celui des impacts à durée courte est élevé dans les sites artisanaux (38%).

Au total 14 impacts environnementaux ont été identifiés dans les sites semi-mécanisés et 13 impacts dans les sites traditionnels sur les 20 sites étudiés. Leur importance est plus significative dans les sites semi-mécanisés (50% d'importance majeure, 29% d'importance moyenne, 21% d'importance mineure) que dans les sites traditionnels (31% d'importance majeure, 15% d'importance moyenne et 54% d'importance mineure), (tableau II-IV).

Ces impacts sont tous identifiés sur l'environnement immédiat des sites d'orpaillage sauf la turbidité qui s'étend jusqu'à plus de 1000 m en aval des sites semi- mécanisés.

Tableau II . Caractérisation et Evaluation des impacts identifiés sur les sites semi industriels

Milieu récepteur	Éléments valorisés de l'Environnement	Impacts identifiés	Paramètre de caractérisation						Évaluation	
			Val eur	Nat ure	Inten sité	Eten due	Du rée	Pers istance	Importan ce absolue	
Biophysique	Paysage	Modification du paysage	-	D	F	P	L	Irr	Majeure	
		Végétation	Perte du couvert végétal	-	D	F	P	L	Irr	Majeure
	Asphyxie des plantes		-	D	F	P	L	Irr	Majeure	
	Faune	Perturbation du milieu faunique	-	I	M	P	M	Rév	Moyenne	
	Eau	Augmentation de la turbidité	-	D	F	L	C	Rév	Moyenne	
		Assèchement du chenal	-	D	F	P	L	Irr	Majeure	
		Sur-alluvionnement	-	D	f	P	M	Rév	Mineure	
		Perturbation des eaux souterraines	-	D	F	P	M	Rév	Moyenne	
	Sol	Excavations	-	D	F	P	L	Irr	Majeure	
		Formation des lacs	-	D	F	P	L	Irr	Majeure	
		Tas de graviers et stériles abandonnés	-	D	F	P	L	Irr	Majeure	
		Déchets abandonnés	-	D	M	P	L	Rév	Moyenne	
	Humain	Sécurité /Santé	Accident	-	D	F	P	C	Rév	Mineure
			Bruit	-	D	f	P	C	Rév	Mineure

Valeur : négative (-) ; positive (+). Etendue : ponctuelle (P) ; locale (L). Nature : directe (D) ; indirecte (I). Intensité : forte (F) ; moyenne (M) ; faible (f). Durée : longue (L) ; moyenne (M) ; courte (C). Persistance : réversible (Rév.), irréversible (Irr.).

Tableau III. Caractérisation et Evaluation des impacts identifiés sur les sites artisanaux

Milieu récepteur	Éléments valorisés de l'Environnement	Impacts identifiés	Paramètre de caractérisation						Évaluation
			Val eur	Nat ure	Inten sité	Eten due	Du rée	Persist ance	
Biophysique	Paysage	Modification du paysage	-	D	F	P	L	Irr	Majeure
	Végétation	Perte du couvert végétal	-	D	F	P	L	Irr	Majeure
	Faune	Perturbation du milieu faunique	-	I	M	P	M	Rév	Moyenne
	Eau	Augmentation de la turbidité	-	D	F	P	C	Rév	Mineure
		Sur-alluvionnement	-	D	f	P	M	Rév	Mineure
		Perturbation des eaux souterraines	-	D	M	P	C	Rév	Mineure
	Sol	Excavations	-	D	F	P	L	Irr	Majeure
		Formation des lacs	-	D	F	P	L	Irr	Majeure
		Tas de graviers et stériles abandonnés	-	D	M	P	L	Rév	Moyenne
		Déchets abandonnés	-	D	f	P	L		Mineure
Eboulement		-	D	f	P	C	Rév	Mineure	
Humain	Sécurité/Santé	Accident	-	D	M	P	C	Rév	Mineure
		Bruit	-	D	f	P	C	Rév	Mineure

Valeur : négative (-) ; positive (+). Etendue : ponctuelle (**P**) ; locale (**L**). Nature : directe (**D**) ; indirecte (**I**). Intensité : forte (**F**) ; moyenne (**M**) ; faible (**f**). Durée : longue (**L**) ; moyenne (**M**) ; courte (**C**). Persistance : réversible (**Rév.**), irréversible (**Irr.**).

Tableau IV. Fréquence de l'importance absolue des impacts identifiés

Importance absolue des impacts identifiés (%)	Sites mécanisés	Sites artisanaux
Majeure	50	31
Moyenne	29	15
Mineure	21	54

4. Discussion

L'orpaillage est pratiqué de façon traditionnelle dans 90% des sites dans le secteur de Souanké, en utilisant des techniques et outils rudimentaires, à l'exception faite des motopompes qui sont parfois utilisés pour l'exhaure. Cette situation est due à la faiblesse des moyens des orpailleurs de la zone de Souanké. On compte à peine le nombre des artisans miniers qui exploitent la zone en utilisant les outils mécanisés. Ce résultat est comparable aux observations faites par Seydou (2001) au Mali, où les méthodes d'extraction et de traitement sont rudimentaires, et les postes mécanisés en nombre très limité.

Les orpailleurs s'organisent souvent en équipe de 5 personnes sur les sites compte tenu du volume et même de la pénibilité du travail. Ils ne sont pas organisés en coopérative dans ce secteur, comme cela a été constaté dans d'autres localités où se développent les activités d'orpaillage au Congo (Bemy, 2008 ; Solo, 2010 ; Kissama, 2011 ; Laboundou, 2014). Cette observation est contraire à celle réalisée au Cameroun où les orpailleurs travaillent en coopératives sont associés à des structures d'appui leur apportant le soutien logistique (matériel et technique) nécessaire à l'exercice de leur activité, (Nguepjouo & Manyacka, 2008).

Les impacts environnementaux négatifs générés par l'activité d'orpaillage (artisanale et semi-mécanisée) dans le secteur sont nombreux sur la végétation, la faune, le sol, le paysage, les ressources en eau et la sécurité humaine. Ce sont les excavations, la perte du couvert végétal, la formation des lacs, les éboulements, l'augmentation de la turbidité, la modification du paysage, les tas de graviers et morts terrains abandonnés, la perturbation des eaux souterraines, la perturbation du milieu faunique, les déchets abandonnés, les accidents, le bruit, le sur-alluvionnement des cours d'eau, l'asphyxie des plantes et l'assèchement des cours d'eau. Ces impacts sont ceux déjà observés dans d'autres pays comme la Guyane, le Mali, le Sénégal et la Cote d'Ivoire (Harimalala, 2003 ; Sorgho, 2011 ; Collectif de Guyane, 2015 ; Palle Diallo et al., 2013 ; Bohbot, 2017 ; Hue et al., 2020 ; Ndiaye, 2020 ; Ahoussi et Yapou, 2021) à l'exception de l'asphyxie des plantes qui serait ici due à l'asphyxie racinaire causée par un mauvais drainage. Ce phénomène est en effet observé dans les zones tempérées où un

hiver très pluvieux maintien des terrains inondés pendant une longue période, empêche la respiration et asphyxie littéralement les arbres.

L'installation des orpailleurs au niveau des sites d'exploitation nécessite le défrichage, le déracinement des arbres et même la coupe des bois. On assiste ainsi à la perte du couvert végétal qui dans ce secteur est évaluée à une superficie de 934 ha en 2017. Correspondant à un taux de dégradation forestière de 6,7%, ce phénomène constitue l'un des impacts environnementaux les plus visibles de la zone de Souanké. Il faut noter que ce taux pourrait être sous-estimée à cause des difficultés liées à l'identification par télédétection les sites d'orpaillage sous le couvert forestier (Laperche et al., 2008). Cependant, il faut relever que ce taux est largement supérieur au taux moyen de déforestation au niveau national qui a été estimé à 0,052% (FCPF, 2016). Ainsi, la réussite de ce programme exigerait des mesures appropriées visant l'atténuation de cet impact.

Ces mêmes impacts ont aussi été identifiés dans la partie sud du Congo (Moukouity, 2004 ; Bemy, 2008 ; Solo, 2010 ; Kissama, 2011) à l'exception de l'asphyxie des plantes qui est liée au rejet des eaux de lavage du minerai dans la forêt, uniquement observé dans le secteur de Souanké et en liaison exclusive avec l'orpaillage semi-industriel. Ces impacts sont pratiquement les mêmes que ceux observés dans d'autres Pays comme le Burkina Faso, le Cameroun, le Mali, le Sénégal et la Cote d'Ivoire (Kahitou, 2012 ; Bamamen, 2013 ; Kiemtore, 2012 ; Ngo Minyem, 2012 ; Hue et al., 2020 ; Ndiaye, 2020 ; Ahoussi et Yapo, 2021), sauf certains impacts qui ne sont pas observés dans le secteur de Souanké comme les émissions de poussière, la pollution du sol et des eaux par des produits chimiques (mercure, cyanure) du fait que les techniques d'exploitation ne sont pas les mêmes et que les analyses chimiques restent à faire.

5. Conclusion et Recommandations

Il ressort de cette étude que l'activité d'orpaillage dans le secteur de Souanké est source des nombreux impacts sur l'environnement biophysique et humain. Les impacts observés sont les excavations, la perte du couvert végétal, la modification du paysage, la présence des tas de graviers et morts terrains abandonnés sur les sites, la perturbation du milieu faunique, la formation des lacs, l'augmentation de la turbidité, l'assèchement des cours d'eau, la perturbation des eaux souterraines, les déchets abandonnés, les accidents, le bruit, le suralluvionnement des cours d'eau, les éboulements, l'assèchement des cours d'eau et l'asphyxie des plantes. Ces impacts sont plus significatifs dans les sites mécanisés (50% d'importance majeure, 29% d'importance moyenne, 21% d'importance mineure) que dans les sites artisanaux (31% d'importance majeure, 15% d'importance moyenne et 54% d'importance mineure). On assiste à une véritable catastrophe car les sites

sont dégradés et abandonnés sans réhabilitation. Il n'y a aucun plan de gestion environnementale mise en œuvre, ni respect des exigences sécuritaires pour l'exploitation semi-industrielle, ce qui augmente les risques d'accidents.

Face à cette réalité, il est recommandé de :

- ✓ Sensibiliser les orpailleurs sur l'ampleur des impacts environnementaux et sociaux liés à l'orpaillage ;
- ✓ Renforcer l'environnement institutionnel et règlementaire du secteur minier artisanal ;
- ✓ Promouvoir la restauration des sites dégradés et la revégétalisation systématique pour l'orpaillage semi-industriel ;
- ✓ Promouvoir un guide de bonnes pratiques au profit des différents acteurs impliqués dans l'orpaillage.
- ✓ Mettre en place un système de délivrance d'autorisations ou de permis d'exploitation artisanale dans les différentes zones potentielles des gisements, avec obligation de respecter le guide de bonnes pratiques ;
- ✓ Etablir un système de contrôle des sites d'orpaillage ;
- ✓ Promouvoir la structuration des artisans en groupements de producteurs aux fins d'un renforcement de capacité ;

References:

1. Affessi A.S., Koffi K.G. J.C., Sangare M., 2016. Impacts sociaux et environnementaux de l'orpaillage sur les populations de la région du Bounkani en Côte d'Ivoire. *European Scientific Journal* vol.12, No.26, pp288-306.
2. Ahoussi K. E. et Yapo A. P. (2021). Étude de la minéralisation des eaux de surface en éléments traces métalliques (ETM) des zones d'orpaillage de la sous-préfecture de Kokumbo, Centre-Ouest de la Côte d'Ivoire. *Afrique SCIENCE* 19(4) (2021) 36 – 50. ISSN 1813-548X, <http://www.afriquescience.net>.
3. Bamamen Bisil. H.E., 2013. Contribution à l'étude des impacts de l'exploitation minière sur le développement durable : cas du massif forestier Ngoyla – Mintom. Mémoire assainissement et restauration de l'environnement, Faculté des Sciences, Université Yaoundé 1, 57p.
4. Bemy B., 2008. Les activités de l'orpaillage et leurs impacts sur l'environnement du sillon de Mayoko (Masif du Chaillu-Congo). Mémoire CAPES, ENS/UMNG, Brazzaville, 83p.
5. Bitiesse C., Wandan E.N., N'da H.D., 2017. Apport de la télédétection pour le suivi spatiotemporel de l'occupation du sol dans

- la région montagneuse du Tonkpi. *European Scientific Journal* Vol.13, No.15, pp310-329.
6. Bohbot J., 2017. L'orpaillage au Burkina Faso : une aubaine économique pour les populations, aux conséquences sociales et environnementales mal maîtrisées », *EchoGéo* [En ligne], 42 | 2017. <http://journals.openedition.org/echogeo/15150> ; DOI : <https://doi.org/10.4000/echogeo.15150>
 7. Bynoe M. & Shanomae R. (2010). L'impact environnemental et social de l'orpaillage au Guyana in Tourrand J.F., Sayago D., Bursztyn M., Drummond J.A. (2010). *L'Amazonie un demi-siècle après la colonisation*. Hors collection, éd. Quae, pp. 99-111.
 8. CEH, 2015. Etude d'impact environnemental et social du projet de renforcement et d'extension des réseaux électriques des villes de Niamey, Dosso, Maradi, Zinder, Tahoua, Agadez et Tillabéri, Société Nigérienne d'électricité (NIGELEC), République du Niger, 106p.
 9. Dialga I., 2013. Du boom minier au Burkina Faso : opportunité pour un développement durable ou risque de péril pour les générations futures-Mémoire de recherche, Institut d'Economie et de management de Nantes-IAE, Université de Nantes, 88p.
 10. FCPF, 2016. Document de Programme de Réductions des Émissions (ER-PD) Sangha-Likouala, République du Congo, 326 p.
 11. Groupe de la Banque Africaine de Développement, 2015. Projet de route Ketta Djoum et de facilitation des transports sur le corridor Yaoundé-Brazzaville-phase 2, n° du projet p-z1-db0-083, multinational Cameroun – Congo, département : OITC, division : OITC1, 31p.
 12. Harimalala H., 2003. Evaluation environnementale stratégique des activités minières à Madagascar : mémoire de fin d'étude d'ingénieur en géologie ; 80p.
 13. Hue B. F. F., Kambire B. et Alla D. (2020). Mutations environnementales 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
 14. Kahitouo H., 2012. Réalisation d'un diagnostic environnemental pour l'amélioration de la performance environnementale de l'orpaillage au Burkina Faso : cas du site de Kampti, Mémoire de Master, Institut international d'ingénierie de l'eau et de l'environnement, Burkina Faso, 73p.
 15. Kiemtore I., 2012. Impacts environnementaux et risques sanitaires de l'exploitation artisanale de l'or : cas du site aurifère de Bouere dans la province du Tuy (Burkina Faso). Mémoire de Master, Institut

- international d'ingénierie de l'eau et de l'environnement, Burkina Faso, 53p.
16. Kissama M.D., 2011. L'orpaillage et son impact sur l'environnement du massif forestier du Mayombe : cas du secteur de Kakamoeka-centre, Mémoire de maîtrise de géographie. FLSH, UMNG, Brazzaville, 115p.
 17. Laboundou R., 2014. L'orpaillage et son impact sur l'environnement de la zone Ngoyboma-Lebaye (District de Kéllé, Congo). Mémoire de Master Faculté des Sciences et Techniques, UMNG, Brazzaville, 37p.
 18. Laperche V., Montanovanh M., Thomassin J.F., 2008. Synthèse critique des connaissances sur les conséquences environnementales de l'orpaillage en Guyane, Rapport BRGM/RP-56652-FR, 73p.
 19. Mokam S.A.B., Tsikam M.C., 2016. Impact de l'exploitation artisanale de l'or sur les populations de Kambélé, Région de l'est Cameroun., Centre d'excellence pour la gouvernance des industries extractives en Afrique francophone, Natural resources gouvenance institute, Oil, Gas and Mining for development, 30p.
 20. Mouhani Bizi Masala E., 2012. L'orpaillage et ses impacts dans l'environnement dans le secteur de M'vouti (Mayombe-Congo). Mémoire, DEA, Faculté des Sciences, Université Marien Ngouabi, Brazzaville, 100p.
 21. Moukouiti C., 2004. Les activités d'orpaillage et leurs impacts sur l'environnement dans le sillon de Zanaga (Massif du Chaïllu, Congo). Mémoire CAPES, ENS/UMNG, 62p.
 22. N'da H.D., N'guessan E.K., Wajda M.E., Affian K., 2008. Apport de la télédétection au suivi de la déforestation dans le Parc National de la Marahoué (Côte d'Ivoire). Revue Télédétection, 2008, vol. 8, n° 1, p. 17-34
 23. Ngo Minyem K., 2012. Realisation d'un diagnostic environnemental pour l'amélioration de la performance environnementale de l'orpaillage au Burkina Faso : cas du site de Gombeledougou, Mémoire de de master en ingénierie de l'eau et de l'environnement, Institut international d'ingénierie de l'eau et de l'environnement, Burkina Faso, 85p.
 24. Nguelpjouo D., Manyacka E., 2008. Exploitation minière artisanale dans la province de l'Est Cameroun : Cas du département de la Boumba et Ngoko ; Etat des lieux, Constat, Analyse et recommandation, CED, Cameroun, 65p.
 25. Palle Diallo A.I., Watou, F. et Kourouna, S., 2013. L'effet de l'exploitation artisanale de l'or sur les ressources forestières à Siguiri en Guinée.

- https://www.siffee.org/static/uploaded/Files/ressources/actes-des-colloques/Bamako/session-5/B_Palle_Diallo_etal_comm.pdf
26. Randrianarijaona H.A., 2017. Suivi environnemental de la ceinture verte de Makira, Madagascar, par télédétection : Evaluation des changements d'occupation du sol et de l'efficacité de la gestion contractualisée des forêts, Master de spécialisation en sciences et gestion de l'environnement, Filière nature et Territoires, ULG - Faculté des Sciences - département des Sciences et gestion de l'environnement, UCL - Faculté des Bioingénieurs, 54p.
 27. Richard M., Moher P., Hamza D., 2015. La santé dans l'orpaillage et l'exploitation minière artisanale : Un manuel pour instructeurs, Artisanal Gold Council, Victoria, BC. ISBN : 978-0-9939459-3-9, 69p.
 28. Roamba J., 2014. Risques environnementaux et sanitaires sur les sites d'orpaillage au Burkina Faso : cycle de vie des principaux polluants et perceptions des orpailleurs (cas du site Zougnazagmligne dans la commune rurale de Bouroum, région du centre-nord), Master en ingénierie de l'eau et de l'environnement, Institut International d'Ingénierie de l'Eau et de l'Environnement. Fondation 2Ie, Ouagadougou 01, Burkina Faso, IFU 00007748B, 72p.
 29. Samba Z.G., 2013. Caractérisation des placers et évaluation des impacts de l'orpaillage et du diaminage sur l'environnement du secteur Lébama M'pama (Massif du Chaillu-Congo). Mémoire de Master ès Sciences et Techniques, Faculté des Sciences et Techniques, UMNG, Brazzaville, 34p.
 30. Seydou K., 2001. Etude sur les mines artisanales et les exploitations minières à petite échelle, MMSD project, IIED, n°80, Mali, 53p.
 31. Solo G.B., 2011. L'orpaillage et son impact sur l'environnement du massif forestier du Mayombe : cas du secteur de Dimonika, Mémoire de maîtrise, Faculté des lettres et des sciences humaines département de géographie, UMNG, 74p.
 32. Sorgho, F., 2011. Evaluation environnementale et sociale des sites d'orpaillage et stratégies de compensation : cas du site de Mankarga dans la commune de Boudry au Burkina Faso, master spécialisé en gestion durable des mines, 2011, 52p.
 33. Vilatte J.C., 2007. Méthodologie de l'enquête par questionnaire, Laboratoire Culture & Communication, Université d'Avignon, Grisolles, 56p.
 34. Ndiaye K., 2020. Le développement de l'orpaillage, son impact environnemental et sanitaire dans le sud-est du Sénégal : exemple du site aurifère de Bantako. Mémoire de Master de Faculté des Sciences, Université de Liège, Belgique, 82 p.