



Received: 02-12-2024  
Accepted: 12-01-2025

ISSN: 2583-049X

## **Incidence des Activités d'une Mine Semi-mécanique sur L'écosystème Dans le Sous Bassin de Tuy, au Burkina Faso**

<sup>1</sup> Gomgnimbou Alain PK, <sup>2</sup> Ouedraogo W Osée, <sup>3</sup> Dembele Basirou, <sup>4</sup> Sawadogo Issouf

<sup>1,3</sup> Laboratoire Sol-Eau -Plantes, Institut de l'Environnement et de Recherches Agricoles (INERA), Station de Recherche de Farako-bâ, Bobo-Dioulasso, Burkina Faso

<sup>2</sup> Ecole Nationale des Eaux et Forêt (ENEF), Bobo Dioulasso, Burkina Faso

<sup>4</sup> Ministère de l'Environnement, de l'Eau, et de l'Assainissement, Ouagadougou, Burkina Faso

DOI: <https://doi.org/10.62225/2583049X.2025.5.1.3673>

Corresponding Author: **Gomgnimbou Alain PK**

### **Abstract**

La présente étude avait pour objectif d'évaluer l'incidence des activités de la mine semi-mécanisée sur quelques composantes de l'écosystème (Eau, air et végétation) du sous bassin de Tuy au Burkina Faso. Les résultats de la concentration de l'air en particules montrent que les PM10 ont baissé de 58,85 µg/m<sup>3</sup> à 45,09 µg/m<sup>3</sup> respectivement du premier au quatrième jour. Quant aux PM2,5 la concentration a accru de 18,75 µg/m<sup>3</sup> à 20,52 µg/m<sup>3</sup> sur la même période mesure. L'analyse physico-chimique et microbiologique des eaux de surfaces et souterraines montrent que les paramètres pH, MES à 105°C, DBO<sub>5</sub>, DCO, nitrates, nitrites, sulfates coliformes fécaux, streptocoques fécaux respectent les normes des eaux de

potabilisation de l'OMS en vigueur au Burkina Faso. Aussi, la teneur en éléments traces métalliques de l'eau de forage et de la retenue d'eau montrent qu'elles sont conformes aux normes recommandées par l'OMS pour le mercure (10 µg/l) et le cyanure (0,05 µg/l). Par contre l'eau de la fosse avec une teneur en arsenic de 16,26 µg/l, excède la norme qui est de 10 µg/l. Par ailleurs, l'inventaire des ligneux a révélé 153 pieds sur l'ensemble du site exploité présentant un état sanitaire sain. La densité est de 4,25 pieds/hectare ce qui est très faible par rapport à la densité moyenne de la région qui est de 150,79 pieds/ha. Ce diagnostic de la dégradation réelle de cet écosystème impose des actions pour une exploitation durable des ressources naturelles.

**Keywords:** Industrie Minière, Ressource En Eau, Qualité de l'air, Végétation, Burkina Faso

### **Introduction**

L'extraction minière artisanale et à petite échelle peut se définir comme une activité d'exploitation minière artisanale ou semi-mécanisée (Séne et Faye, 2023)<sup>[15]</sup>. Elle occupe une place importante dans les économies de certains pays (Watha-Ndouly *et al.*, 2022). Dans beaucoup de pays d'Afrique de l'Ouest, l'exploitation minière artisanale et à petite échelle représente un moyen de subsistance pour des millions de personnes et une source importante de développement économique pour de nombreuses communautés rurales (Tychsen et Charles, 2019; Mama *et al.*, 2020)<sup>[17, 10]</sup>. Dans l'ensemble des pays d'Afrique de l'Ouest francophone, l'or est reconnu comme l'une des principales ressources extraites par l'exploitation minière artisanale et à petite échelle (Mama *et al.*, 2020)<sup>[10]</sup>.

L'exploitation artisanale de l'or est devenue, une importante composante du développement économique et social du Burkina Faso (PNUE, 2020)<sup>[14]</sup>. Pour un nombre grandissant de la population burkinabè surtout en milieu rural, l'exploitation aurifère artisanale constitue une alternative importante aux revenus agricoles fortement instables du fait des aléas Climatiques (Maradan *et al.* 2011)<sup>[11]</sup>. Elle fournit aux ménages une « stratégie de subsistance importante » supplémentaire (Brugger *et al.* 2018)<sup>[3]</sup>. Cependant l'exploitation minière présente des conséquences sur l'environnement.

L'exploitation de l'or a été identifiée comme l'une des activités humaines qui peuvent avoir un impact négatif sur la qualité de l'environnement et la santé humaine (Adeyi et Babalola, 2017; Lu *et al.*, 2015)<sup>[1, 9]</sup>. La dégradation du couvert végétal, la pollution des eaux de surface et souterraines résultants des activités minières présentent de nombreux impacts négatifs, tant au niveau social, environnemental que biologique (Goh, 2016)<sup>[6]</sup>. L'utilisation de substances chimiques (mercure, cyanure, acide chlorhydrique et acide sulfurique) peut réduire la fertilité des sols, même contaminer et réduire la qualité des ressources en eau

(Wandan *et al.*, 2015) [18]. Conscient de cette situation, le Burkina Faso a adopté la loi n°036-2015/CNT du 26 juin 2015 portant code minier au qui accorde une place de choix à la protection ou à la préservation de l'environnement. C'est dans cette dynamique que la présente étude vient en contribution au renforcement des analyses sur la dynamique d'équilibre social, économique et environnemental durablement viable. Elle vise spécifiquement à faire ressortir l'incidence engendrée par une activité d'exploitation d'or suivant un procédé semi-mécanisé sur la composante humaine (l'aspect socio-économique), la composante biologique (la flore) ainsi que la composante physique (l'eau, l'air et le bruit).

## Matériel et méthodes

### Site d'étude

L'étude a été conduite sur un site d'une unité d'exploitation semi mécanisé de l'or. Le site est situé à 10 Km de la ville de Houndé. Il couvre une superficie estimée à 36 ha et est à 80% clôturé. Le site est entouré en partie par des habitations des employés de l'unité. Le site qui est localisé dans la commune de Houndé bénéficie d'un climat sud-soudanien et nord-soudanien tout caractérisé par deux grandes saisons: Une saison humide d'avril à octobre et une saison sèche de novembre à mars. Dans l'intervalle de ces deux grandes saisons, existent de petites variations climatiques que sont: Une période fraîche de décembre à février et une période chaude de mars à mai. Le Tableau 1 et la Fig 1 présentent respectivement les coordonnées géographiques et le plan de situation du site.

**Tableau 1:** Coordonnées géographiques du site du projet (zone 30)

Points	X	Y
A	0434384	1266513
B	0433888	1266478
C	0433681	1266000
D	0434411	1266030

### Matériel utilisé

Pour la conduite de cette étude le matériel suivant a été utilisés:

- des fiches d'enquêtes pour recueillir les données;
- les cartes de la commune de Houndé;
- un appareil GRIMM DUST MONITOR EDM107 pour la mesure simultanée des PM-10 et des PM-2,5;
- un GPS Garmin Map 78 pour la géolocalisation.

### Méthode de collecte des données relatives à la composante humaine

Pour les données relatives à la composante humaine, elles ont été collectées après un échantillonnage de 39 ménages riverains de l'unité. Le nombre total des employés est estimé à 1010 ménages (données de terrain). Toutes les personnes se trouvant sur le site et aux alentours sont des orpailleurs de profession ou sont habitués des sites d'orpaillage. Il n'y a pas de villages riverains sur un rayon de 7 kilomètres du site. C'est sur cette population qu'est dimensionné l'échantillon de cette étude. L'Organisation Mondiale de la Santé (OMS, 2018) [13] stipule que l'oscillation d'échantillon d'étude peut aller de 1 à 20% de la population totale allant au-delà de 10000 habitants. Par la même règle et pour ce qui concerne cette étude, l'échantillon correspond à 3,86% (inclus dans l'intervalle préconisé par l'OMS) du nombre total de ménages à enquêter et nous avons procédé par ce

calcul: Population Totale x 3,86% d'où  $1010 \times 3,86\% = 38,98 \approx 39$  ménages.

### Méthode d'analyse des paramètres de l'air

Dans le cadre de cette étude les paramètres collectés sont les PM-10 et les PM-2,5 qui représentent respectivement, les particules de taille inférieure à 10  $\mu\text{m}$  et 2,5 $\mu\text{m}$ .

Les données récoltées sur le terrain seront comparées aux directives de l'OMS pour ce qui concerne les PM<sub>10</sub> et les PM<sub>2,5</sub> (Tableau 2).

**Tableau 2:** Valeurs seuils (normes OMS et du Burkina Faso) retenues pour l'étude

Paramètre	Valeurs seuils ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )	
	Moyenne journalière	Moyenne annuelle
PM <sub>10</sub>	50	20
PM <sub>2,5</sub>	24	10

Afin de pouvoir évaluer la pollution due à toutes les activités de la société, l'analyse des données (PM<sub>10</sub> et PM<sub>2,5</sub>) s'est déroulée en continu sur une période de quatre (04) jours. Le suivi des particules fines (PM<sub>10</sub> et PM<sub>2,5</sub>) a été réalisé de façon continue, durant toute la durée du travail.

### Méthode d'analyse des paramètres de la composante Eau

Le prélèvement et l'analyse des échantillons d'eau ont été effectués sur trois sites: La fosse de retenu d'eau situé sur le site d'exploitation, la retenue d'eau hors site mais utilisée par la population et le forage. Les paramètres analysés ont été recommandés par le Laboratoire National d'Analyse des Eaux, laboratoire de référence du Ministère en charge de l'Environnement du Burkina Faso sur la base du décret N°2001- 185/PRES/PM/MEE du 07 mai 2001 portant fixation des normes de rejets des polluants dans l'air, l'eau et le sol.

Pour ce qui concerne les paramètres physico-chimiques tels que on a: la DBO<sub>5</sub> en mgO<sub>2</sub>/l, la DCO en mgO<sub>2</sub>/l, la conductivité en  $\mu\text{S}/\text{cm}$  à 25°C, les MES 105°C en mg/l, les Nitrates en mgNO<sub>3</sub>/l, les Nitrites en mg NO<sub>2</sub>/l, les Sulfates en mg SO<sub>4</sub><sup>2-</sup>/l, et le pH ont été analysés.

Pour ce qui concerne les paramètres bactériologiques, on a dénombré les Coliformes fécaux en UFC/100ml et les Streptocoques fécaux en UFC/100ml. La recherche en éléments trace dans ces eaux a consisté à l'analyse des paramètres tel que l'arsenic, le mercure et le cyanure. Les méthodes d'analyse des paramètres étudiés sont régies par les normes de l'Association Française de Normalisation (AFNOR).

### Méthode d'évaluation de la végétation

Pour l'évaluation de la végétation, un inventaire floristique (un comptage intégral des espèces présentes sur l'emprise du site) a été réalisé pour estimer la densité de pieds/ha, l'état sanitaire ainsi que la perte végétative au profit des pistes ouvertes, l'implantation des hangars sur les trous et la mise en place des boutiques dans les marchés et les lieux d'habitation.

## Résultats

### Description sommaire de l'activité

Les activités de la société sont organisées autour de 06 principales sections, notamment la section « creusage », la section « concassage », la section « broyage », la section

« lavage », la section « cyanuration » (non fonctionnelle) et la section « contrôle et fonte ».

La Fig 2 nous donne un résumé du processus d'exploitation de l'or vu sur le site de la Société.

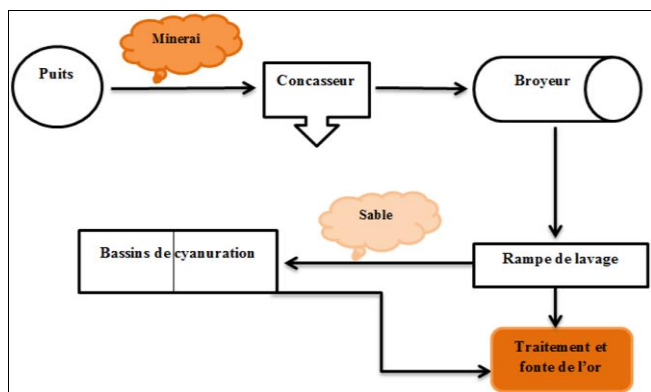


Fig 2: Process de production

**Perception des incidences sur les riverains**

Avantages évoqués par les personnes enquêtées: La présente consultation a permis de constater que ces riverains, en même temps employés de la société bénéficient des avantages directs de cette société et ont des relations de bon voisinage avec celle-ci. Il est donc évident que tous les enquêtés soit 100% affirme que la société contribue fortement à la réduction du chômage des jeunes du Burkina Faso.

Perception des riverains des incidences de l'activité sur les composantes de l'environnement: Les résultats concernant les aspects environnementaux à savoir la pollution de l'air, de l'eau et des sols, les nuisances sonores, la gestion des déchets, la perte de la diversité biologique (faune, flore) sont présentés dans la Fig 2.

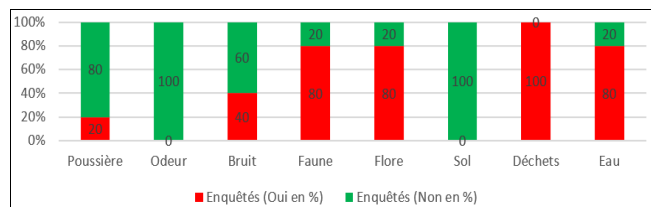


Fig 1: Perception des riverains sur les impacts environnementaux

Ces résultats illustrent que malgré le fait que les riverains apprécient positivement l'activité sur les avantages qu'elle offre, plus de la totalité des riverains reconnaissent que l'activité a des incidences négatives qu'ils perçoivent. Une minorité (moins de 50%) estime que l'activité génère de la poussière (20% des enquêtés) impactant sur la qualité de l'air et que l'activité génère des nuisances sonores (40% des enquêtés). Pour les riverains, ce qui impacte l'environnement sur le site est la production des déchets (100% des enquêtés). Ils estiment pour 80% des enquêtés que l'activité a des incidences sur la faune (la disparition de la faune), la flore (la perte de la biodiversité floristique et la désertification) et l'eau (la dégradation de la qualité des eaux de surface).

**Qualité de l'air dans le site**

L'évolution journalière des PM<sub>10</sub> et PM<sub>2,5</sub> est présentée dans les Figures 3, 4 et 5.

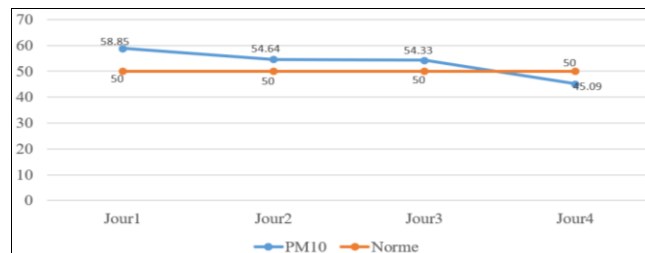


Fig 3: Evolution journalière des PM<sub>10</sub>

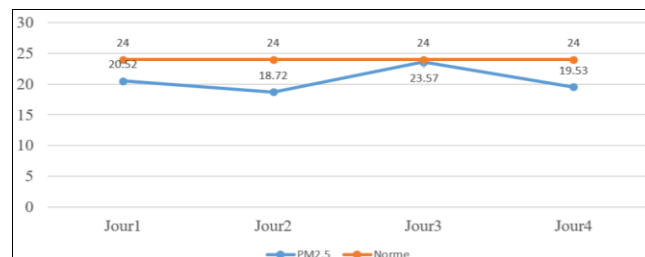


Fig 4: Evolution journalière des PM<sub>10</sub> et PM<sub>2,5</sub>

En analysant ces figures, on constate pour ce qui concerne les PM-10 que les moyennes journalières obtenues sont supérieures aux recommandations de l'Organisation Mondiale de la Santé. Cependant les moyennes journalières des PM-2,5 sont les normes de la même organisation. L'évolution horaire des PM<sub>10</sub> et PM<sub>2,5</sub> est la suivante:

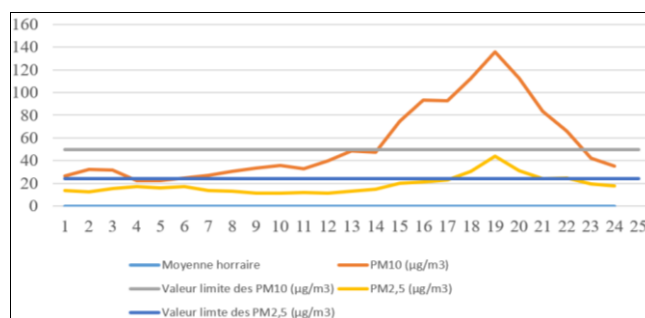


Fig 5: Evolution horaire des particules au cours de la journée

De la Fig 5, les moyennes horaires obtenues au cours des différentes journées d'analyse, on constate que de façon générale, les quantités de particules fines augmentent de façon significative dans l'après-midi.

**Qualité des eaux de surface**

Le Tableau 3 présente les résultats d'analyse des échantillons d'eau.

Tableau 3: Résultats d'analyse des eaux de surfaces

Paramètres analysés	Eau de fosse située sur le site	Eau de la retenue hors du site	Normes de la qualité des eaux potabilisables
pH	7,60	8,76	5,5-10,3
Conductivité	340	213	1000
MES à 105°C	11,82	13,41	25
DBO5	5	10	<7
DCO	17	25	30
DCO/DBO5	3,4	2,5	-
Nitrates	<0,2	<0,2	50
Nitrites	0,006	0,008	0,2
Sulfates	<2	<2	150
Coliformes fécaux	420	980	20 000
Streptocoques fécaux	180	360	20 000

Il ressort de ces résultats que la qualité des eaux de surfaces est acceptable conformément au décret 2001-185/PRES/PM/MEE portant fixation des normes de rejet de polluants dans l'air, l'eau et le sol.

On note également que les valeurs des eaux situées sur le site sont supérieures aux valeurs de la retenue située hors du site pour ce qui concerne la conductivité et le rapport DCO/DBO<sub>5</sub>. Pour démontrer si les activités de la mine semi-mécanisée ont une incidence sur l'eau, cette étude s'est focalisée sur deux paramètres. Il s'agit de la conductivité et le rapport DCO/DBO<sub>5</sub> et de quelques éléments traces métalliques.

Le Tableau 4 présente les résultats d'analyse des eaux des trois sites en arsenic, mercure et cyanure.

**Tableau 4:** Résultats d'analyse des eaux en éléments traces métalliques

Paramètres	Eau de forage	Retenue d'eau	Eau de fosse	Normes de qualité OMS pour eau potable en vigueur au Burkina Faso
Arsenic (AS) en µg/l	2,87	7,31	16,26	10
Mercure (Hg) en µg/l	<1	<1	<1	10
Cyanure (CN) en mg/l	<0,005	<0,005	<0,005	0,05

Les résultats d'analyse, de l'eau de forage, de la retenue d'eau et de l'eau de fosse en éléments traces (As, Hg, CN) montrent que ces eaux sont conformes aux normes recommandées par l'OMS pour le mercure et le cyanure et ces valeurs sont inférieures à la limite de détection des appareils utilisés pour l'analyse. Pour ce qui est de la teneur en arsenic, nous constatons que l'eau de forage et celle de la retenue présente des concentrations plus ou moins variables mais aussi inférieures à la norme recommandée par l'OMS. Par contre l'eau de la fosse avec une teneur 16,26 µg/l, elle dépasse la norme qui est de 10 µg/l.

#### Etat de la végétation du site

Au niveau du site, l'inventaire forestier réalisé a donné les résultats (Tableau 5).

**Tableau 5:** Résultats de l'inventaire forestier dans le site

Espèces	Nombre	Famille
<i>Acacia machrostachya</i> DC.	06	<i>Fabaceae</i>
<i>Acacia seyal</i> (Delile) P.J.H.Hurter	02	<i>Fabaceae</i>
<i>Balanites aegyptiaca</i> Delile	03	<i>Zygophyllaceae</i>
<i>Bombax costatum</i> Pellegr. & Vuillet	02	<i>Malvaceae</i>
<i>Combretum sp</i> Loefl.	13	<i>Combretaceae</i>
<i>Daniellia oliveri</i> (Rolfe) Hutch. & Dalziel	04	<i>Fabaceae</i>
<i>Dysopyros mespiliformis</i> Hochst. ex A.DC.	04	<i>Ebenaceae</i>
<i>Lannea acida</i> L.	01	<i>Anacardiaceae</i>
<i>Lannea microcarpa</i> Engl. & K.Krause	37	<i>Anacardiaceae</i>
<i>Parkia biglobosa</i> (Jacq.) R.Br.	24	<i>Mimosaceae</i>
<i>Pterocarpus erineceus</i> Poir.	20	<i>Fabaceae</i>
<i>Tamarindus indica</i> L.	06	<i>Fabaceae</i>
<i>Vitellaria paradoxa</i> C.F.Gaertn.	26	<i>Sapotaceae</i>
<i>Ziziphus mauritiana</i> Lam.	05	<i>Rhamnaceae</i>
Total	153	

Au total cent cinquante-trois (153) pieds ont été inventoriés sur les 36 ha et présentant état sanitaire sain équivalent. La densité est de 4,25 pieds/hectare. En termes de famille, les

*Fabaceae* sont les plus abondantes (37,71%).

#### Discussion

L'incidence de l'activité sur la composante humaine (socio-économique) est soulignée par les enquêtés. En effet, ils affirment qu'elle a des avantages socio-économiques. Ils reconnaissent que l'entreprise permet à la population d'augmenter les revenus au sein des familles. Les avantages tels que la scolarisation des enfants, le développement local, l'alimentation de la famille et autres besoins secondaires ont été évoqués par tous. Mama *et al.* (2020)<sup>[10]</sup> disaient que l'orpaillage représente un moyen de subsistance pour des millions de personnes et constitue une source importante de développement économique pour de nombreuses communautés rurales. L'orpaillage joue un rôle important dans l'économie des orpailleurs et des collectivités locales (Affessi *et al.*, 2016)<sup>[2]</sup>.

Pour ce qui concerne la composante physique, l'étude montre que l'activité a une incidence sur l'eau, l'air. Nous avons enregistré un dépassement de la norme par la quantité des PM-10. On constate que de façon générale, les quantités de particules fines augmentent de façon significative dans l'après-midi. Cela pourrait être dû à la remontée du minerai, à une intensification des activités sur le terrain ou encore à une variation de la vitesse et/ou de la direction du vent. Sur la conductivité, même si les valeurs restent dans la limite des normes des eaux potabilisables ( $\leq 1000 \mu\text{S/cm}$ ) elles montrent néanmoins que ces deux types d'eau sont chargés en sels minéraux. Cette minéralisation serait liée aux polluants qui pourraient provenir des eaux grises (eaux de lessive, des toilettes etc.) des habitants du site. Pour ce qui concerne le rapport DCO / DBO<sub>5</sub>, il donne une indication sur l'origine de la pollution organique. Plus il se rapproche de 1, plus le rapport DCO / DBO<sub>5</sub>, indique la biodégradabilité d'un rejet d'eaux usées. Dans cette étude le rapport DCO/DBO<sub>5</sub> de l'eau du site est de 3,4 (>3) et que le rapport DCO/DBO<sub>5</sub> des eaux situées hors site est de 2,5 (valeur comprise entre 2 et 3). Ces résultats montrent que la pollution des eaux de la fosse (eaux de surface du site) est plus ou moins biodégradable donc d'origine industrielle et que la pollution des eaux de la retenue (hors site) est assimilable à des effluents urbains domestiques. Selon Affessi *et al.* (2016)<sup>[2]</sup>, Presque toutes les étapes de l'activité d'orpaillage contribuent à polluer l'air. L'utilisation de substances chimiques (mercure, cyanure, acide chlorhydrique et acide sulfurique) peut réduire la fertilité des sols, même contaminer et réduire la qualité des ressources en eau (Wandan *et al.*, 2015)<sup>[18]</sup>. L'activité de l'orpaillage entraîne une accumulation des métaux dans les sols qui peuvent persister dans l'environnement (Ibrahim *et al.*, 2019)<sup>[8]</sup>. Parmi les impacts générés sur l'environnement par les activités d'orpaillage. On note la destruction du couvert végétal, l'élargissement du lit des cours d'eau, l'assèchement et la déviation des cours d'eau, la dégradation de la qualité des eaux de surface, l'inversion lithologique, les excavations et les tas de stériles abandonnés sur les sites, et la stagnation des eaux. Ces observations ont déjà été relevées dans les pays d'Afrique centrale notamment en République du Congo (Watha-Ndoudy *et al.*, 2022) et en Afrique de l'ouest (Digbo *et al.*, 2021)<sup>[4]</sup>.

Sur la végétation ligneuse, les résultats de l'inventaire donnent 14 espèces réparties en 9 familles avec une densité de 4,25 pieds/ha. Ce résultat est loin des 150,70 pieds/ha inventoriés dans la commune de Houndé (MEEVCC, 2018).

Donc l'activité de l'orpaillage entraîne un recul de la couverture végétale. Les activités d'orpaillage commencent par la préparation du site, qui se traduit par le défrichage, l'abattage et dessouchage des arbres. Pendant l'exploitation, on assiste à l'abattage progressif et au dessouchage des racines des arbres qui se fait de façon manuelle à l'aide des machettes et hache au niveau des sites artisanaux traditionnels et à l'aide des pelles mécaniques au niveau des sites semi mécanisés (Dipakama *et al.*, 2024) [5]. Hue *et al.* (2020) [7] ont fait le même constat en Côte d'Ivoire. L'activité d'orpaillage perturbe les écosystèmes forestiers (Soma *et al.*, 2021) [16].

### Conclusion

La présente étude visait à évaluer l'incidence des activités de la mine semi-mécanisée sur les composantes écosystémiques du sous bassin de Tuy au Burkina Faso. A l'issue de ce travail, les quantités de particules fines augmentent de façon significative dans l'après-midi sur le site. Aussi le rapport DCO/DBO<sub>5</sub> de l'eau du site est de 3,4 (>3) et celui des eaux situées hors site est de 2,5 (valeur comprise entre 2 et 3). L'activité de l'orpaillage a eu un impact considérable sur la couverture végétale, en témoignent les résultats de l'inventaire qui donnent une densité de 4,25 pieds/ha. Au terme du diagnostic, on peut affirmer qu'au regard de la dégradation réelle de cet écosystème, des actions s'imposent pour une exploitation durable des ressources naturelles.

### References

1. Adeyi AA, Babafemi A Babalola BA. Lead and Cadmium Levels in Residential Soils of Lagos and Ibadan, Nigeria. *eCollection*. 2017; 7(13):42-55. Doi: <https://doi.org/10.5696/2156-9614-7-13.42>
2. Affessi AS, Koffi GJC, Sangaré M. Impacts Sociaux Et Environnementaux De L'orpaillage Sur Les Populations De La Region Du Bounkani (Cote D'ivoire). *European Scientific Journal*. 2016; 12(26):1857-7881. Doi: <http://dx.doi.org/10.19044/esj.2016.v12n26p288>
3. Brugger F, Müller S, Zanetti J, Winkler M, Knoblauch A, Wehrli B. Small-scale gold mining in Burkina Faso: Health Effects, environmental burden and socio-economic interactions with agriculture. Project Report. *ETH Zurich*, 2018. Doi: <https://doi.org/10.3929/ethz-b-000282708>
4. Digbo GA, Tchahi ZFJ, Dalougou GD, et Ouattara L. Exploitation artisanale de l'or et transformations de la vie rurale à Zaïbo, dans le département de Daloa (Centre-ouest, Côte d'Ivoire). *International Journal of Current Research*. 2021; 13(04):17084-17090. Doi: <https://doi.org/10.24941/ijcr.41051.04.2021>
5. Dipakama CM, Watha-Ndoudy N, Nzila JDD, Moukaha IN, et Kimpouni V. Impact de l'exploitation artisanale de l'or sur l'environnement dans le secteur de Dimonika (Massif forestier du Mayombe, Congo). *European Scientific Journal, ESJ*. 2024; 20(17):68. Doi: <https://doi.org/10.19044/esj.2024.v20n17p68>
6. Goh D. L'exploitation Artisanale de l'or En Côte D'Ivoire: La Persistance D'une Activite Illégale. *European Scientific*. 2016; 12(3):1857-7881. Doi: <http://dx.doi.org/10.19044/esj.2016.v12n3p18>
7. Hue BBF, Kambire B, et Alla DA. Mutations environnementales liées à l'orpaillage à Ity (Ouest de la Côte d'Ivoire). *Annales de l'Université de Moundou*. 2020; 7(2):133-151.
8. Ibrahim OZ, Tankari Dan-badjo A, Guero Y, Idi FMM, Feidt C, Sterckeman T, *et al.* Distribution spatiale des éléments traces métalliques dans les sols de la zone aurifère de Komabangou au Niger. *Int. J. Biol. Chem. Sci.* 2019; 13(1):557-573. Doi: <https://dx.doi.org/10.4314/ijbcs.v13i1.43>
9. Lu Y, Song S, Wang R, Liu Z, Meng J, Sweetman AJ, *et al.* Impacts of soil and water pollution on food safety and health risks in China. *Environment International*. 2015; 77:5-15. Doi: <https://doi.org/10.1016/j.envint.2014.12.010>
10. Mama A, Alassane A, Traore FM, Sinsin AB, et Bogaert J. Fragmentation du paysage naturel au Mali: Cas des sites d'orpaillage de la préfecture de Kangaba. *Environnement et Dynamique des Sociétés*. 2020; 2:9-26.
11. Maradan D, Ouédraogo B, Thiombiano N, Thiombiano T, et Zein K. Analyse économique du secteur des mines liens pauvreté et environnement. *sba-Ecosys-CEDRES. Rapport MECV Burkina Faso-mai, 2011*, 69.
12. MEECC. Seconde Inventaire forestier national du Burkina Faso (IFN2). Ministère de l'Environnement, de l'Economie Verte et du Changement Climatique, Rapport final, 2028, 501.
13. OMS. Vers le renforcement du système de santé à travers la gestion des urgences sanitaires et épidémiques. Organisation mondiale de la santé, Rapport annuel, 2018, 40.
14. PNUF. Exploitation artisanale de l'or et agriculture durable au Burkina Faso. *PAGE*, 2020, 78.
15. Séné A, et Faye BEH. L'Afrique face aux défis de l'exploitation des ressources naturelles: de l'aliénation des enfants à la dégradation des sols par l'orpaillage dans la localité de Bantaco au Sud-est du Sénégal. *Collection recherches & regards d'Afrique*. 2023; 2(5):11-30.
16. Soma A, Compaore N, et Yameogo L. Orpaillage, mutations environnementales et risques sanitaires dans le sous-bassin versant du fleuve Mouhoun au Burkina Faso. *Espace, Territoires, Sociétés et Santé*. 2021; 4(7):99-112. URL: <https://retssa-ci.com/index.php?page=detail&k=197>
17. Tychsen J, et Charles N. (Eds). La mine artisanale en Afrique de l'Ouest francophone. Éditions GEUS (Danemark) et BRGM Éditions (France), 2019, 300.
18. Wandan EN, Koffi GB, Kouadio KB, et Gomba ZD. Environmental Evaluation of Small Scale Gold Mining in the Bounkani Region in the Upper East Area of Côte d'Ivoire. *International Journal of Environmental Monitoring and Analysis*. 2015; 3:265-274. Doi: <https://doi.org/10.11648/j.ijema.20150305.14>
19. Watha-Ndoudy N, Dipakama CM, Nzila JD, Nguélet-Moukaha I, et Kimpouni V. Impact de L'orpaillage sur le Milieu Physique des Ecosystèmes Forestiers du Secteur de Souanké, République du Congo. *ESI Preprints*, 2022, 60-85. Doi: <https://doi.org/10.19044/esipreprint.10.2022>.
20. Watha-Ndoudy N, Dipakama CM, Nzila JD, Nguélet-Moukaha I, et Kimpouni V. Impact de l'orpaillage sur le Milieu Physique des Ecosystèmes Forestiers du secteur de Souanké, République du Congo. *European Scientific Journal*. 2022; 18(36):169. Doi: <https://doi.org/10.19044/esj.2022.v18n36p169>.