

IMPACTS DES EXPLOITATIONS AURIFÈRES INDUSTRIELLES SUR LE MILIEU NATUREL ET LES POPULATIONS À BONIKRO (CÔTE D'IVOIRE)

TIA Lazare^{1,2}, AYENON Séka Fernand¹ et KOFFI Kouassi¹

1- Institut de Géographie Tropicale (IGT), UFR des Sciences de l'Homme et de la Société (SHS), Université Félix Houphouët-Boigny, Abidjan-Côte d'Ivoire.

2- Centre Suisse de Recherches Scientifiques en Côte d'Ivoire (CSRS). 01 BP 10609 Abidjan 01, Côte d'Ivoire.

Correspondant: TIA Lazare / Itia@gmx.com

RÉSUMÉ

En dépit des textes législatifs, des décrets, des modalités d'application de la loi minière fixant les redevances, les taxes proportionnelles et les droits fixes relatifs aux activités régies par le code minier en vue de bâtir une industrie minière compétitive et viable en Côte d'Ivoire, l'activité minière continue de causer d'énormes dommages à l'environnement. L'objectif général de la présente étude est de déterminer le niveau de la dégradation de l'environnement par l'activité minière à Bonikro au moyen de la géomatique. Les résultats des enquêtes de terrain ainsi que l'utilisation d'images satellites ont permis de comprendre que le réel problème de la dégradation du milieu naturel à Bonikro découle des techniques et moyens utilisés par les opérateurs économiques dans l'exercice de leurs activités minières. Cela dégrade sérieusement l'environnement. En effet, la classe Culture/Jachère a connu une recrudescence de 154,38 ha avec un Taux d'Evolution Global (TEG) de +3,13% à cause de l'abandon des plantations au profit des activités minières et de l'expansion des cultures vivrières; la baisse drastique des superficies de forêt et d'eau marquée par un T.E.G de -36,97% s'explique par les pressions exercées par les activités minières et agricoles de 2007 à 2016.

Mots-clés: Exploitation aurifère artisanale, Milieu naturel, Dégradation, Côte d'Ivoire

ABSTRACT

In spite of the legislative texts, decrees, modalities of application of the mining law fixing the royalties, the proportional taxes and the fixed rights relating to the activities governed by the mining code with a view to building a competitive and viable mining industry in Côte d'Ivoire, mining activity continues to cause enormous damage to the environment. The overall objective of this study is to determine the level of environmental degradation by mining activity at Bonikro using geomatics. The results of field surveys and the use of satellite images made it possible to understand that the real problem of environmental degradation in Bonikro stems from the techniques and means used by economic operators in the exercise of their mining activities. This seriously degrades the environment. Indeed, the crop / fallow class has seen a recrudescence of 154.38 ha with a Global Evolution Rate (TEG) of +3.13% because of the abandonment of the plantations in favor of the mining activities and the expansion of food crops; the drastic drop in forest and water area marked by a T.E.G of -36.97% is explained by the pressures exerted by the mining and agricultural activities from 2007 to 2016.

Keywords: Artisanal gold mining, Natural environment, Deterioration, Côte d'Ivoire

INTRODUCTION

Dans le monde, l'industrie minière enregistre d'importants impacts sur les forêts et les populations qui y habitent. En effet, plus de 60% des matériaux extraits dans le monde proviennent de mines de surface qui provoquent la dévastation des écosystèmes où elles sont installées (WRM, 2003, p. 1).

En Côte d'Ivoire, les activités minières causent d'énormes dommages à l'environnement quel que soit la méthode utilisée dans l'exercice de cette activité. De nombreuses compagnies minières installées sur l'étendue du territoire exploitent les mines en violation du code minier ivoirien. En guise d'exemple, la compagnie minière Taurian, installée dans la zone de Bondoukou a fait une exploitation industrielle du manganèse en 2006, sur une superficie de plus de 1000 km². Pendant la période exploratoire de cette mine, Taurian a détruit tout le couvert végétal et a exposé le sol à de fortes érosions (Ossène, 2014, p. 2). Par ailleurs, depuis la période d'extraction, la mine de la localité de Bonikro enregistre une capacité d'extraction de 5 500 tonnes d'or par jour. Cette compagnie a produit 13,5 millions de tonnes de minerai pour une durée d'environ sept ans, de 2007 à 2014 (Atsé, 2005, p.7).

La pratique de l'activité minière dans la localité de Bonikro se fait de façon industrielle par Equigold CI SA, une compagnie australienne établie en Côte d'Ivoire depuis 1996. Les activités d'extractions aurifères de cette compagnie sont à l'origine de sévères dégradations du milieu naturel malgré les moyens colossaux et modernes dont elle dispose. Au regard de ces constats, la présente étude se propose de déterminer les impacts des activités d'exploitation aurifère sur le milieu naturel, les populations et leurs activités socio-économiques dans la localité de Bonikro. Pour y parvenir, l'étude s'appuie principalement sur les enquêtes de terrain et les traitements des données géospatiales.

1. PRÉSENTATION DE LA ZONE D'ÉTUDE

Bonikro est localisé dans la Sous-préfecture de Hiré située au centre ouest de la Côte d'Ivoire, dans la région du Lôh-Djiboua (Figure 1). Son relief est caractérisé en général par des plateaux dont les altitudes varient entre 610 et 680 m. Il a un climat de type subéquatorial à pluviométrie bimodale. La végétation appartient au secteur mésophile du domaine guinéen (Monnier, 1983, p. 10). Elle est très appauvrie par une anthropisation aigue. De ce fait, elle est constituée de quelques îlots forestiers et de grandes proportions de jachères.

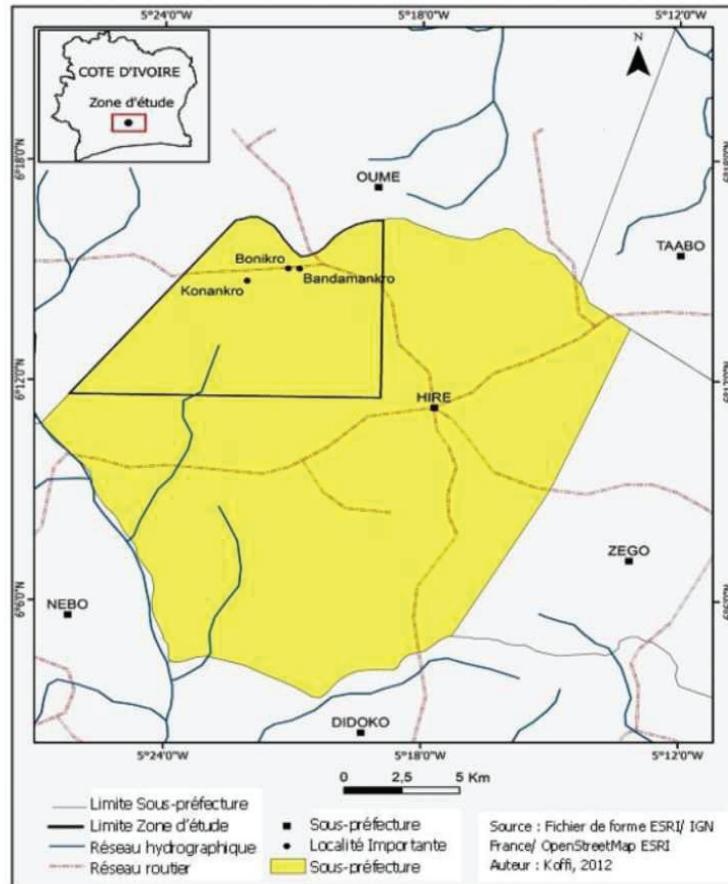


Figure 1 : Situation géographique de la zone d'étude

La zone d'étude est drainée à 90 % par le Gnouzalé, le Gnénessi et le Zessié qui sont des affluents du fleuve Bandama et à 10 % par le Lélébiaba qui est un affluent du Boubo. Ces quatre sous bassins constituent les principales sources d'alimentation en eau de surface du site minier. Les digues de fortune construites sur certains de ces sous bassin (Gnénessi) permettent l'approvisionnement en eaux brutes de l'usine de traitement et l'arrosage des voies d'accès à la mine d'or et des pistes à l'aide de camions-citernes. Deux barrages de retenues d'eau sont construits sur le sous bassin de Gnénessi (en amont et au centre) et couvrent respectivement les superficies de 1 172 464 m² et 786 401 m². Le barrage 3 est construit en amont du sous bassin de Lélébiaba et couvre une superficie de 1377 000 m². Ceux-ci permettent l'utilisation facile de l'eau pour les diverses activités liées à l'exploitation de l'or (Bamba, 2012, p. 40).

L'étude de la pédologie de la zone est faite sur sept profils de sols appartenant aux groupes des plinchosols, ferralsols, gleysols (Bamba, 2012, p. 8). Ces sols résultent d'une altération longue et intense de la roche mère, avec une fraction argileuse composée essentiellement de kaolinite. Ces sols sont riches en minéral, notamment l'or, et sont favorables au développement de cultures de toute sorte.

2. MATÉRIELS ET MÉTHODES

2.1 ECHANTILLONNAGE ET ENQUETE DE TERRAIN

L'échantillonnage et l'enquête de terrain ont été précédés d'une recherche documentaire faite dans le domaine de l'environnement et dans plusieurs structures étatiques et privées, plus spécifiquement sur les impacts liés à l'extraction minière. Par ailleurs, l'enquête de terrain a consisté à adresser aux chefs de ménage un questionnaire relatif aux impacts des activités minières sur le milieu naturel, leur cadre de vie et leurs activités socio-économiques. Il a été question de conduire une enquête exhaustive auprès des chefs de ménage des trois localités constituant la zone d'étude, à savoir Bonikro (51 ménages), Bandamankro (60 ménages) et Konankro (132 ménages), soit au total 243 ménages. Le choix de ces localités a été guidé par le fait de leur proximité avec la mine d'or Equigold CI SA. Un guide d'entretien a été adressé aux autorités locales, aux structures telles que la Société de Développement des Forêts (SODEFOR), les ministères de l'environnement, des mines et la Société pour le Développement Minier de la Côte d'Ivoire (SODEMI) afin d'obtenir des informations sur les problèmes liés à l'activité minière d'intérêt.

2.2 ACQUISITION ET TRAITEMENT DES DONNÉES GÉOSPATIALES

Les données vectorielles utilisées sont constituées de fichiers géoréférencés portant sur les limites de la zone d'étude, le réseau hydrographique, la toponymie, etc. Les données rasters utilisées sont constituées d'un ensemble d'images Landsat TM 1990, scène 197/56 (portant sur l'état initial de l'environnement), ETM+ 2007 et OLI 2016. En effet, de 1990 à 2006, la zone de Bonikro n'avait pas connu une exploitation minière. A partir de 2007, l'extraction de l'or débute jusqu'à la date la plus récente 2016. Le choix de cette date récente est motivé par la disponibilité de l'image satellite la plus récente permettant d'analyser les impacts de l'exploitation de la mine de Bonikro sur l'occupation du sol.

Les images ont été téléchargées sur le site www.usgs.earth.explorer.com. Les images acquises en saison sèche ont été retenues. Cela permet non seulement de garder une cohérence dans la réponse spectrale mais également d'obtenir les différences spectrales les plus grandes sur la végétation naturelle dont la réponse spectrale se distinguera nettement des activités anthropiques qui seront caractérisées à cette époque par une quasi-absence de la végétation (Oszwald *et al.*, 2010, p. 101).

Ces images ont fait l'objet de prétraitement, notamment les corrections géométrique, radiométrique et la correction des rayures. Le traitement des images satellitaires a consisté à appliquer la composition colorée qui a permis de discriminer les différentes classes thématiques et de faire les classifications supervisées. Cette étape a été précédée par la collecte des points GPS représentatifs des classes d'occupation du sol prédéfinies, puis elle a été suivie de campagnes vérité-terrain afin de valider les résultats des différentes classifications supervisées.

Les résultats des traitements d'images satellites ont été introduits dans un SIG pour extraire les superficies d'unités d'occupation du sol et procéder aux conceptions de cartes thématiques.

2.3 TAUX D'EVOLUTION GLOBALE

Le calcul des différents Taux d'Evolution Globale (TEG) des classes d'occupation du sol de 2007 à 2016 s'est fait sur la base de la formule standard suivante :

Si TEG est positif, alors la classe d'occupation du sol gagne de la superficie, dans le cas contraire (TEG négatif), la classe d'occupation du sol perd de la superficie.

3. RÉSULTATS

3.1 EVALUATION DE LA QUALITE DES CLASSIFICATIONS

3.1.1 Précision globale et indice Kappa

La classification supervisée ayant permis l'élaboration de la carte d'occupation du sol en 2007 de la localité de Bonikro a été validée par une matrice de confusion. Celle-ci permet d'apprécier le niveau de connaissance de la précision globale et de l'indice Kappa (Tableau 1)

Tableau 1: Matrice de confusion de la classification de 2007

| Classe | Forêt | Habitat/Sol nu | Culture/Jachère | Eau |
|-----------------|--------------|----------------|-----------------|--------------|
| Forêt | 88,02 | 0,07 | 0,02 | 0,17 |
| Habitat/Sol nu | 3,94 | 78,62 | 0,74 | 0,83 |
| Culture/Jachère | 1,41 | 12,08 | 94,55 | 6,75 |
| Eau | 6,63 | 9,23 | 4,68 | 96,43 |
| Total | 100 | 100 | 100 | 100 |

Après la classification supervisée de l'image de l'année 2016, la matrice de confusion a permis d'apprécier les indices de performance que sont les précisions globales et l'indice Kappa (Tableau 2). Ils permettent de déduire que l'image 2016 a été bien classifiée. Par conséquent, il convient de souligner la présence d'une nouvelle classe d'occupation du sol, notamment la classe mine.

Tableau 2 : Matrice de confusion de la classification de 2016

| Classe | Forêt | Habitat/Sol nu | Culture/Jachère | Eau | Mine |
|-----------------|-------------|----------------|-----------------|--------------|--------------|
| Forêt | 73,6 | 0,26 | 0,53 | 0 | 0,08 |
| Habitat/Sol nu | 1,15 | 91,48 | 4,55 | 0 | 2,16 |
| Culture/Jachère | 25,24 | 6,96 | 94,92 | 0 | 0 |
| Eau | 0 | 0,01 | 0 | 96,83 | 0 |
| Mine | 0 | 1,29 | 0 | 3,17 | 97,76 |
| Total | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 |

Les différentes précisions globales et les indices Kappa constituent les indices de performance des différentes classifications (Congalton, 1991, p. 35). Ils permettent d'évaluer l'efficacité des différentes classifications (Tableau 3).

Tableau 3 : Précisions globales et indices Kappa de 2007 et 2016

| | 2007 | 2016 | Moyenne des indices |
|-------------------|-------|-------|---------------------|
| Précision Globale | 91,48 | 88,56 | 90,02 |
| Indice Kappa | 0,88 | 0,84 | 0,86 |

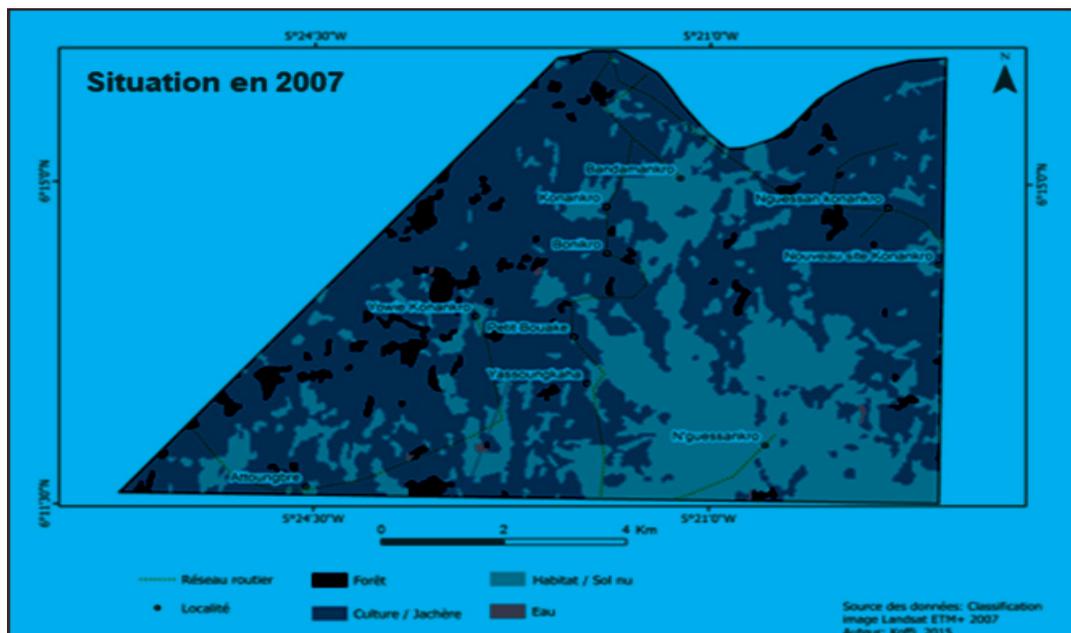
De manière générale, les classifications de 2007 et 2016 obtiennent d'excellents taux de précision pour toutes les classes. Ces classifications sont validées par la précision globale de 90,02% et le coefficient Kappa de 0,86. En d'autres termes, en moyenne 90,02% des pixels des parcelles de vérité-terrain se retrouvent correctement classés.

3.1.2 Classes d'occupation du sol

La classification supervisée de l'image satellite Landsat ETM+ 2007, scène 197/56 a permis de distinguer la répartition spatiale des différentes unités d'occupation du sol à travers une carte d'occupation du sol (Figure 2). Des erreurs de confusion sont marquées entre les différentes classes mais les plus remarquables sont constatées entre les classes forêt et culture/jachère (12,08 %), les classes sol nu/habitat et culture/jachère (6,75 %). La confusion entre la classe sol nu/habitat et culture/jachère est justifiée à travers les résultats combinés de la classification et de l'enquête de terrain. En ce qui concerne la confusion forêt et culture jachère, les zones de cultures sont longtemps abandonnées du fait de l'activité minière qui devait s'étendre à ces zones comme c'est le cas à Konankro. Ces plantations se sont transformées en des jachères tendant à se confondre à quelques îlots forestiers à proximité de la mine. Elles ont une réflectance quasiment semblable à celle des forêts. Ce qui entraîne une séparabilité moins nette entre la classe forêt et culture/jachère.

La répartition des différentes unités d'occupation du sol sont constatées à travers la carte d'occupation du sol de 2016 obtenue après une classification supervisée de l'image satellite de l'année 2016 (Figure 2). A travers la matrice de confusion, des erreurs de confusion sont constatées entre les classes Forêt et cultures/jachères, entre sol nu/habitat et cultures/Jachères et entre la classe mine et eau (3,17 %), mine et sol nu/habitat (1,29 %).

Pour la confusion des classes forêt et culture/jachère (25,24%), cela s'explique par l'abandon des plantations par les paysans devenues progressivement des jachères suite à l'ouverture de la mine. Aussi les activités agricoles, du fait de l'appauvrissement des sols se sont ralenties laissant les jachères se développer davantage pour se confondre à la forêt. La confusion mine et eau est due à la présence d'eau combinée à du cyanure dans une digue à ciel ouvert sur une superficie de plus de dix (10) hectare et des quantités importantes d'eau pour le traitement de l'or. La mine se confond au sol nu/habitat du fait du décapage du sol pour la mise en œuvre des installations des infrastructures et des activités de la mine.



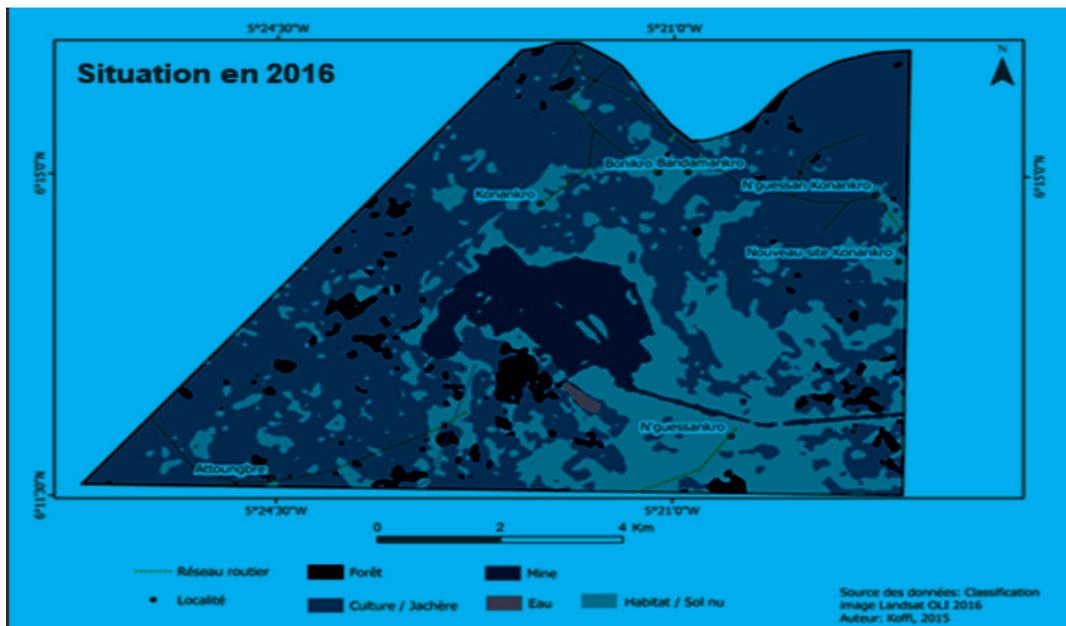


Figure 2 : Evolution de l'occupation du sol à Bonikro de 2007 à 2016

Les classes culture/jachère et Sol nu/Habitat en 2007 enregistrent une augmentation de leurs superficies. Les classes Eau et Forêt subissent une régression de leur superficie par rapport l'année de référence (1990). L'activité minière n'existait pas en 2007. Avec l'ouverture de la Mine de l'enclave de Bonikro en 2008, les superficies des unités d'occupation du sol ont légèrement été modifiées mais ont tendance à se stabiliser. La classe mine est également observée avec une superficie de 650, 72 ha (Tableau 4).

Tableau 4: Superficies des classes d'occupation du sol à Bonikro de 2007 à 2016

| Classe | Superficie (ha) en 2007 | Superficie (ha) en 2016 |
|-------------------|-------------------------|-------------------------|
| Eau | 13,40 | 16,45 |
| Forêt | 333,80 | 317,20 |
| Culture/Jachère | 5417,40 | 5081,97 |
| Habitat/Sol nu | 2595,50 | 2292,91 |
| Mine | 0 | 651,76 |
| Superficie totale | 8360,10 | 8360,10 |

3.2 DYNAMIQUE DE L'OCCUPATION DU SOL A BONIKRO DE 2007 A 2016

De profonds changements sont observés dans l'analyse de l'évolution des superficies des unités d'occupation du sol de 2007 à 2016. Les classes forêts et eau ont subi une perte de superficie assez considérable. Néanmoins, la classe eau a connu une légère recrudescence en 2016 à cause de la présence d'eau cyanurée de 10 ha à l'intérieure de la mine. Les classes cultures/Jachères et sol nu/habitat ont connu une recrudescence en 2007 et presque régressées en 2016 à cause de l'ouverture de la mine dont l'emprise s'étend sur une superficie de 651,76 ha. L'implantation de cette nouvelle activité s'est faite au détriment de

toutes les autres unités d'occupations du sol (Figure 3).

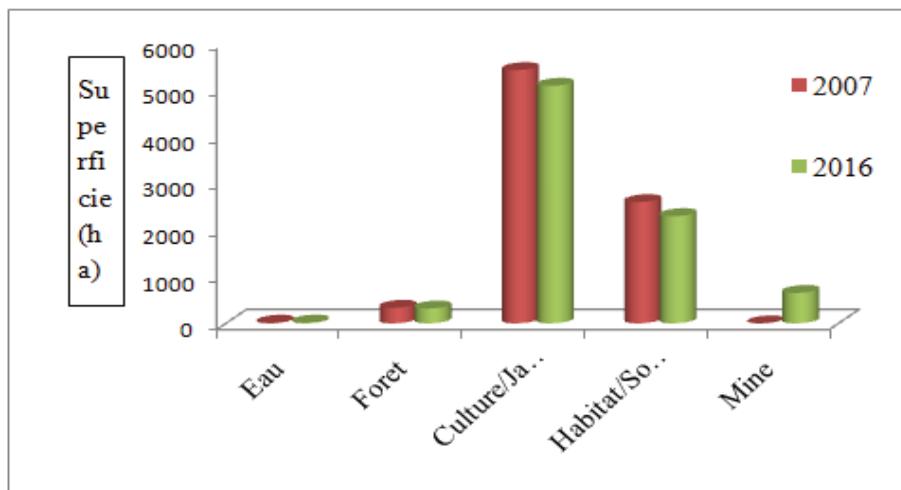


Figure 3: Dynamique de l'occupation du sol de 2007 à 2016

Le taux d'évolution global permet de mesurer l'évolution des superficies des unités d'occupation dans le temps (Kangah et Zuéli, 2015, p. 7). Ce taux est exprimé en hectare ou en pourcentage.

L'analyse statistique de la dynamique d'occupation du sol révèle que la classe cultures/ jachères a une forte proportion (plus de 5000 ha) dans cette occupation. Cette classe a connu une recrudescence de 154,38 hectares avec un TEG de +3,13 % à cause de l'abandon des plantations au profit de l'activité minière et de l'expansion des cultures vivrières. Elles sont suivies de la superficie occupée par les habitats et les terrains dénudés qui font un peu plus de la moitié de l'aire de rayonnement des cultures/jachères. Ces superficies cultures/jachères et habitat/sol nu ont peu baissé malgré l'implantation de la mine d'or de Bonikro durant les 8 années d'exploitation aurifère (2008-2016). La baisse drastique de la forêt et l'eau provient sans doute de la pression exercée par ces deux entités (cultures/jachères et habitat/sol nu) mais aussi des activités minières entraînant donc leur régression significative avec un Taux d'Evolution Global (TEG) de -36,97 %.

La classe forêt a subi une légère dégradation allant de 333,8 (ha) en 2007 à 317,20 (ha) en 2016 (perte de 16,6 ha), soit une régression du TEG de -04,97%. Cette régression se justifie d'une part par les activités agricoles des années antérieures à 2007 et accentuée de 2007 à 2016 du fait de l'activité minière.

L'intérêt accordé à l'exploitation minière a également favorisé la relocalisation des populations sur de nouveaux sites. D'où l'augmentation de la classe sols nus/habitats avec une recrudescence de 332,35 hectares pour un TEG de 16,95 % (Tableau 5).

Tableau 5: Taux d'évolution des classes d'occupation du sol de 2007 à 2016

| Classe | Sup (ha) 2007 | Sup (ha) 2016 | Bilan (ha) | TEG (%) |
|-----------------|---------------|---------------|------------|---------|
| Eau | 13,40 | 16,45 | 3,05 | - 22,76 |
| Forêt | 333,80 | 317,20 | -16,60 | - 04,97 |
| Culture/Jachère | 5 417,40 | 5 081,97 | -335,43 | 3,13 |
| Habitat/Sol nu | 2 595,50 | 2 292,91 | -302,59 | 6,95 |
| Mine | - | 651,76 | -651,76 | - |

De 2007 à 2016, les classes Eau et Forêt ont enregistré un taux d'évolution global négatif du fait des activités minières. Les classes cultures Jachères et sols nus/habitat ont bénéficié d'un taux d'évolution global en hausse des années antérieures à 2007 à cause de l'activité agricole et des activités préparatoires de la mise en place de la mine. Après l'ouverture de la mine, ces deux classes ont subi un TEG stable et ont fait place aux activités minières.

3.3 DEGRADATION DU MILIEU NATUREL PAR L'ACTIVITE MINIERE

3.3.1 Décapage et perte des terres agricoles

Les sols de Bonikro, compte tenu de l'intense activité minière ont perdu leur fertilité à cause de l'utilisation des produits chimiques tels que le cyanure. Ceux-ci dépourvus de couvert végétal sont soumis aux phénomènes d'érosion. Cette exploitation de l'or dans la localité de Bonikro a eu un impact négatif sur les terres cultivables et les plantations. Pour 26,4% des chefs de ménages enquêtés, l'exploitation de l'or a entraîné la réduction des surfaces agricoles. L'abandon de certains champs est évoqué par 36,7% d'entre eux. Les parcelles abandonnées sont des plantations de cacaoyers, de palmier à huile et des parcelles réservées aux cultures vivrières servant à l'alimentation des populations. Cette perte des terres a un impact sur la production agropastorale. La pression foncière est forte dans la zone et il est par conséquent difficile de remplacer ces terres. Le décapage des terres végétales ou arables par fonçage des puits et par grattage a un impact très important car il augmente le compactage et se solde par la perte de nutriments et de structure des sols. La dégradation du sol y est aussi observée et générée par de gros engins tels les concasseurs, les brises roches. Cette dégradation des sols entraîne une forte érosion et à terme, une improductivité irréversible des sols par disparition de l'horizon humifère. En raison du prélèvement de la terre végétale ou arable, de la construction d'habitat, de l'occupation des aires de traitement et de la pollution du sol par les produits chimiques, le sol n'est pas propice à l'agriculture, ce qui nuit grandement aux activités agricoles de la population locale. Les sols à proximité du site sont contaminés étant donné les techniques employées (sublimation du mercure, absence d'ouvrage de protection et de circuit de neutralisation en ce qui concerne la cyanuration). D'ailleurs, une mort massive de bovins a déjà été enregistrée dans la zone d'étude et attribuée aux effluents cyanurés. La mine de Bonikro dispose d'une galerie de 300 m de profondeur avec un diamètre de 1500 m faisant ressortir un volume de terre d'environ $529\,875\,000\text{ m}^3$ (Photo 1). Les exploitants miniers font usage des dynamites pour exploser les roches quand surviennent des obstacles dans l'extraction du minerai provoquant des bruits assourdissants et un nuage épais de poussière. Pour une explosion moyenne de $7\,600\text{ m}^3$ de roche, il faut au moins trois (3) tonnes de dynamites ce qui constitue une source de pollution atmosphérique importante.



Photo 1 : Dégradation des sols par la mine de Bonikro (Source : CNES, Airbus / DigitaleGlobe 2018)

3.3.2 Perte du couvert forestier

L'espace minier de Bonikro occupe une superficie de 650,72 hectares, toutes unités d'occupation du sol comprises (Forêt, Culture/Jachère, Habitat/Sol nu et Eau). La localité disposait de 333,8 hectares de forêt, un an avant l'ouverture de la mine en 2007. De 2007 à 2016, la localité de Bonikro a perdu une superficie forestière de 15,40 ha. Cette perte est due essentiellement à l'activité minière avec l'ouverture des pistes pour la prospection, l'explosion des montagnes, et mise en place de la galerie. En plus de la réduction des surfaces forestières agricoles, l'utilisation des produits chimiques pendant l'exploitation de l'or a également entraîné l'appauvrissement du sol ce qui affecte également la végétation (Photo 2). L'assèchement de certaines herbacées et des arbres est constaté suite à l'utilisation des produits chimiques.



Photo 2 : Assèchement des arbres à la périphérie de la mine (Cliché : Koffi, 2016)

3.3.3 Pollution de l'eau

Les superficies contenues dans l'espace de la mine de Bonikro, subissent une contamination au fil des années par les différents produits tels que le Cyanure de sodium, la chaux, le charbon actif, la soude caustique hypochlorite et l'acide chloréologique. La contamination par les métaux est causée par l'arsenic, le cobalt, le cuivre, le cadmium, le plomb, l'argent et le zinc contenu dans la roche exposée dans des mines souterraines lorsqu'elles sont en contact avec l'eau. La pollution par les produits chimiques s'effectue lorsque les agents chimiques (cyanure ou l'acide sulfurique) se déversent ou s'infilte dans des étendues d'eau voisines ou à l'intérieur du site minier (Photo 3). Ces produits chimiques sont très toxiques pour la faune et la flore. Tous les sous-bassins de la mine ont subi ce phénomène de la pollution à tel enseigne que les autorités minières ont interdit l'utilisation des eaux par les ménages. Le cyanure y est déversé à ciel ouvert et mélangé au bassin de décantation à l'intérieur de la mine. Tout ceci entraîne une modification du fonctionnement hydrogéologique du bassin minier.



Photo 3: Pollution au cyanure du cours d'eau à l'intérieur de la mine de Bonikro (Source : Bamba, 2012)

4. DISCUSSION

L'activité minière dans la localité de Bonikro a des impacts sur chacune des composantes de l'environnement à savoir les cours d'eau et l'air, les terres cultivables, et des nuisances sonores. En effet, l'exploitation de la mine d'or de Bonikro entraîne une pollution des rivières et des sols à travers l'assèchement des herbes et des arbres situés aux alentours de la mine. L'utilisation des engins dans l'extraction développe des bruits et nuisance conformément aux études menées par (FAO, 2009, p. 30 ; ELAW, 2010, p. 20 ; Environnement Canada, 2012, p. 3). Ces impacts sont dus essentiellement aux activités minières (FAO, 2009, p. 9 ; SESAT, 2012, p. 10). Ces conséquences, à l'instar de la mine d'or de Bonikro sont énumérées par plusieurs études similaires dans certains pays. Les résultats de diverses études menées par certains auteurs sur les impacts environnementaux de l'activité minière sont tous aussi alarmants. Birane *et al*, (2013, p. 24) démontrent que l'extraction artisanale de l'or par les orpailleurs utilisant le mercure pour l'amalgamation de l'or dans la région de Kédougou (Mali) présente des impacts environnementaux forts au niveau des écosystèmes aquatiques. Les teneurs élevées en mercure (Hg) mesurées dans les cheveux de certains groupes suggèrent des impacts potentiellement néfastes sur les individus de cette région se nourrissant de poissons ou travaillant dans les mines. Au Ghana, un des pays ouest-africain qui possède de grandes mines d'or, l'élimination du couvert forestier est en train de provoquer l'assèchement rapide

des fleuves et des ruisseaux, et l'extinction conséquente des espèces animales et végétales qui y habitent. Des espèces protégées, telles que le cochon du fleuve Rouge, l'antilope chevaline, le colobe rouge et le colobe noir, sont associées aux forêts tropicales. Au niveau communautaire, les attaques à la biodiversité ont des implications économiques. En effet, l'expansion de l'industrie minière a provoqué la diminution ou la disparition d'espèces végétales et animales dont les communautés dépendent (Ricardo, 2004, p. 52). L'analyse des résultats de certaines études (International Institute for Environment and Development, 2002, p. 14 ; Mineo Consortium, 2000, p. 6 ; Environment Australia, 2002, p. 4) confirme les impacts environnementaux de l'activité minière et les subdivise en six grands types : les impacts sur les ressources en eau, les impacts sur la qualité de l'air, les impacts sur la faune, les impacts sur la qualité des sols, les impacts sur les valeurs sociales et les considérations sur le changement climatique. Vu l'ampleur de ces dégâts certaines auteurs ou association ont analysé un modèle de protection de l'environnement. Au Mali, selon la Fédération Internationale des Ligues des Droits de l'Homme (FIDH, 2007, p. 21), le code minier de 1999 contient des obligations spécifiques en matière environnementales obligeant notamment les entreprises à fournir une étude d'évaluation environnementale comme condition à l'octroi du permis d'exploitation. Dans l'optique d'une gestion durable de l'environnement, il serait souhaitable d'amorcer une exploitation minière moins dégradante de l'environnement.

CONCLUSION

L'analyse menée à travers l'imagerie satellitaire, suivie d'une enquête socioéconomique a permis une meilleure connaissance de la dynamique de l'occupation du sol et des changements qui sont intervenus dans le temps et dans l'espace à Bonikro. Aussi, l'apport des nouvelles technologies notamment la géomatique a été capital dans la détermination du niveau de dégradation du milieu naturel par l'activité minière.

Les superficies des forêts y ont connu une régression de 1109,35 ha en 26 ans ; les cultures/jachères et les sols nus/habitats ont connu une recrudescence de leurs superficies pour se stabiliser autour de l'année d'ouverture de la mine en 2007. Les terres agricoles ont été décapées, l'eau du site a été polluée par les produits chimiques. Les populations locales ont également subi une perte de leurs activités agricoles et de leurs revenus annuels issus des produits agricoles.

REMERCIEMENTS

Nous remercions M. Koffi Kouassi qui s'est particulièrement investi dans la collecte des données de terrain ayant permis la réalisation de la présente étude. Nous remercions les autorités et le personnel technique de la SODEFOR, des ministères de l'environnement, des mines et de la SODEMI pour leurs soutiens techniques et scientifiques pendant la conduite de nos travaux. Nos remerciements vont également à l'endroit des communautés de la zone d'étude qui ont facilité la réalisation de cette étude par leur franche collaboration.

RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- ATSE M'bo Armelle Rosine, (2007): Étude d'impact environnemental du projet aurifère de Bonikro en Côte d'Ivoire, Fiches techniques MOGED, [En ligne] https://www.polymtl.ca/pub/sites/eie/docs/documents/282_Bonikro_CI_2008.pdf, Consulté le 19 Novembre 2018
- BAMBA Yacouba, (2012) : *Evaluation des impacts de l'exploitation de la mine d'or de Bonikro (Côte d'Ivoire) sur les ressources en eau*, Master en ingénierie de l'eau et de l'environnement, 2IE de Ouagadougou, 55p.
- BIRANE Niane, Moritz Robert, Guédrón Stéphane, Poté John, Malick Ngom, Pfeifer Hans-Ruedi, (2013) : *Le mercure dans les différents compartiments de l'environnement de la région de Kédougou, sud-est du Sénégal* : Colloque exploitations passées et présentes, impacts environnementaux et sociétaux, Résumés des communications et Posters, Pôle Montagne/CAMPUS DE SAVOIE-TECHNOLAC, 39p.

- CONGALTON Russell G., (1991): A review of assessing the accuracy of classification of remotely, *Remote Sensing of Environment*, Volume 37, n° 1, pp35-46
- ELAW, (2010) : Guide pour l'évaluation des EIE de projets miniers, Environmental Law Alliance Worldwide, [En ligne] <http://www.elaw.org/files/mining-eia-guidebook/Full%20French%20Guidebook.pdf>, Consulté le 19 Novembre 2018
- Environnement Canada, 2012. *Menaces pour la disponibilité de l'eau au Canada*. [En ligne] <http://www.ec.gc.ca/inrenwri/default.asp>. Consulté le 16 décembre 2015
- FAO, (2009) : *Pourquoi investir dans la gestion des bassins versants?* Organisation des Nations Unies pour l'Alimentation et l'Agriculture, Rome, [En ligne] <http://www.fao.org/docrep/012/a1295f/a1295f00.pdf>, Consulté le 12 décembre 2015
- FIDH, (2007) : *L'exploitation minière et les droits humains au Mali*, Mission internationale d'enquête, Fédération Internationale des Ligues des Droits de l'Homme (FIDH), [En ligne] <https://www.fidh.org/IMG/pdf/MI477f.pdf>. Consulté le 19 Novembre 2018
- International Institute for Environment and Development (2002) : *Breaking New Ground: Mining, Minerals and Sustainable Development: Chapter 9: Local Communities and Mines*, [En ligne] <http://www.iied.org/pubs/pdfs/G00901>, Consulté le 12 décembre 2015
- KANGAH Armand., et KOLI BI Zueli Bernard (2015) : Dynamique et transformations spatiale du littoral ivoirien : cas du littoral Alladjan, à l'Ouest d'Abidjan, *Revue de Géographie Tropicale et d'Environnement*, n°1, pp25-39
- MONNIER Y., (1983) : Hydrologie, végétation, les sols. In : *Jeune Afrique, Atlas de la Côte d'Ivoire.*, deuxième édition. pp. 10-21.
- OUATTARA Ossène, (2014) : Bondoukou : les réalités insoutenables de l'exploitation minière. [En ligne] <http://infoduzanzan.com/bondoukou-les-realites-insoutenables-de-l-exploitation-miniere/>, Consulté le 19 Novembre 2018
- OSZWALD Johan., LEFEBVRE Antoine, ARNAULT de Sartre Xavier, THALES Marcelo Cordeiro, GOND Valéry, (2010) : « Analyse des directions de changement des états de surface végétaux pour renseigner la dynamique du front pionnier de Maçaranduba (Para, Brésil) entre 1997 et 2006 ». *Téledétection*, Volume 9, n°2, pp97-111.
- RICARDO Carrere, (2004) : *L'industrie minière : Impacts sur la société et l'environnement*, Edition: Hersilia Fonseca Secrétariat international Maldonado 1858, Montevideo, Uruguay, 180p.
- SESAT, (2012) : *Menaces à l'eau souterraine*. Société de l'eau souterraine Abitibi-Témiscamingue. [En ligne] http://sesat.ca/eau_menace.aspx. Consulté le 10 mars 2016
- WRM, (2003) : Pour comprendre l'activité minière: commençons par le début, Mouvement Mondial pour les Forêts Tropicales, Bulletin Numéro 71, [En ligne] <https://wrm.org.uy/fr/les-articles-du-bulletin-wrm/section1/pour-comprendre-lactivite-mini-ere-commencons-par-le-debut/>, Cité le 20 Novembre 2018.