

PROBLÉMATIQUE SOCIO-ENVIRONNEMENTALE DE L'ABATTAGE À LA DYNAMITE D'UN MASSIF GRANITIQUE : CAS DE LA CARRIÈRE DE LAPLEU, OUEST CÔTE D'IVOIRE

**Kouadio Assemien François YAO^{1*}, Yapi Désiré Sosthène Ronald ATTO¹,
Chiayé Larissa KOFFI Epouse COULIBALY¹, Kolé Nadège DOUA¹
et Kouassi Ernest AHOUSI²**

¹ *Université de Man, Unité de Formation et de Recherche des Sciences
Géologiques et Minières (SGM), BP 20 Man, Côte d'Ivoire*

² *Université Felix Houphouët-Boigny, Unité de Formation et de Recherche
des Sciences de la Terre et des Ressources Minières (STRM),
Laboratoire des Sciences du Sol, de l'Eau et des Géomatériaux (LSSEG),
BP V34 Abidjan 01, Côte d'Ivoire*

(reçu le 05 Novembre 2023; accepté le 10 Décembre 2023)

* Correspondance, e-mail : kouadioyao.assemien@gmail.com

RÉSUMÉ

Comme la plupart des activités humaines, les activités d'extraction sont la plupart du temps pointées du doigt pour des questions environnementales. Afin de déterminer les problèmes environnementaux liés à l'exploitation par dynamitage d'un granite dans le département de Danané, cette étude a été réalisée. La collecte des données s'est appuyée sur l'observation du processus d'abattage à travers des missions de terrain, l'entretien avec les populations concernées et des analyses au laboratoire de roche et de la poussière. Les résultats montrent que l'exploitation à la dynamite de la carrière de Lapleu engendre des problèmes environnementaux notamment les émissions de poussières dans l'atmosphère, des gaz et des odeurs nauséabondes, des pollutions sonores, la destruction du couvert végétal et des rejets de projectiles. Ces nuisances ont un impact sur le milieu physique et sur la santé des populations qui se manifestent par la toux, le rhume et des infections au niveau des yeux. Les enquêtes de terrain ont montré que 42,5 % de la population interrogée souffrent de rhume, 37,5 % de la toux et 20 % d'infection des yeux. Les projectiles observés dans les champs sont de moyenne à grande taille et vont à des distances dépassant le périmètre de sécurité considéré dans le rapport d'Etude d'Impact Environnemental et Social. Les analyses au laboratoire ont montré une forte teneur de SiO₂ dans la poussière constituée de particules fines, facilement inhalables.

Mots-clés : *dynamitage, carrière, impacts environnementaux, Danané, Côte d'Ivoire.*

ABSTRACT

Socio-environmental issues of dynamite mining in a granite massif : the case of the Lapleu quarry, western Côte d'Ivoire

Like most human activities, quarrying activities are often blamed for environmental problems. In order to determine the environmental problems associated with granite blasting in the Danané department, this study was carried out. Data collection was based on observation of the blasting process through field missions, interviews with the populations concerned and laboratory analysis of rock and dust. The results show that dynamite mining at the Lapleu quarry gives rise to a number of environmental problems, including dust emissions into the atmosphere, gas and noxious odours, noise pollution, destruction of plant cover and projectile discharges. These nuisances have an impact on the physical environment and on people's health, manifesting as coughs, colds and eye infections. Field surveys showed that 42.5 % of the population interviewed suffered from colds, 37.5 % from coughs and 20 % from eye infections. The projectiles observed in the fields are of medium to large size, and travel at distances exceeding the safety perimeter considered in the Environmental and Social Impact Assessment report. Laboratory analyses showed a high SiO₂ content in the dust, which consists of fine, easily inhalable particles.

Keywords : *blasting, quarry, environmental impacts, Danané, Côte d'Ivoire.*

I - INTRODUCTION

L'industrie minière et le secteur du traitement de matériaux contribuent à une part importante dans l'économie de nos nations [1 - 5]. Les granulats qui sont un ensemble de matériaux grossiers à fins largement utilisés dans la construction, sont fondamentaux pour le développement humain. Le secteur du granulats produit au niveau mondial des volumes considérables de matériaux (environ 35 millions de tonnes par an), la première place étant actuellement occupée par la Chine, suivie par l'Italie, la Turquie, l'Inde, le Brésil, l'Espagne et la Grèce [6]. En Côte d'Ivoire, l'industrie des mines participe à au moins 4 % du Produit Intérieur Brut (PIB) [7]. L'exploitation des granulats bien que peu développée dans les pays, joue également un rôle non négligeable dans la croissance économique ainsi que dans le développement de la société. Le pays, en pleine construction ne cesse d'octroyer des autorisations d'exploitation de carrières industrielles sur son territoire avec un total de 10 979 998,59 tonnes de matériaux concassés produits en 2020 [8]. Par ailleurs, en vue d'améliorer le réseau routier, de nombreux chantiers de développement et de réhabilitation d'axes routiers ont été ouverts depuis plus de 3 ans. C'est le cas du projet de renforcement de l'axe Man-Danané-Zouan-Hounien. Comme tout projet de

construction, pour sa mise en œuvre, celui-ci nécessite l'utilisation de granulats. Pour ce faire, la société *China Civil Engineering Construction Corporation* Côte d'Ivoire (CCECC-CI) promoteur du projet de réhabilitation de l'axe routier Man-Danané-Zouan Hounien a ouvert une carrière de granite dans le village de Lapleu dans la sous-préfecture de Danané. Si l'extraction de granulats est indispensable à la réalisation de ce projet, il est toutefois bien de rappeler que les empreintes environnementales liées à sa production peuvent être dommageables pour les riverains. La méthode d'abattage par la société sous-traitante est l'abattage à la dynamite. Cette technique d'extraction de granulats est plus simple et permet de fragmenter des volumes importants de roche pour la reprise et le traitement du matériel abattu [9]. Elle est donc la technique la plus utilisée dans les carrières de roches massives. Malheureusement, la pratique de cette activité avec des moyens et techniques qui ne respectent pas toujours les normes environnementales entraîne des impacts négatifs sur la population et l'environnement [10]. Comme l'ensemble de l'industrie extractive, les carrières véhiculent une image largement négative dans les discours des élus, des habitants et surtout des ONG de défense de l'environnement [11 - 15]. Cette étude vise à évaluer les impacts environnementaux engendrés par l'utilisation de la dynamite pour l'abattage du massif granitique de Lapleu.

II - MÉTHODOLOGIE

II-1. Présentation de la zone d'étude

La zone d'étude est située à l'Ouest de la Côte d'Ivoire dans la région du Tonkpi (*Figure 1*). Elle appartient à la Sous-préfecture de Danané qui couvre une superficie de 789 km². Danané est distante de 68 km de la ville de Man, chef-lieu de la région du Tonkpi. Le site d'extraction est situé à 4 Km du village de Lapleu, et couvre une superficie de 4 ha [16]. Avec une superficie de 6,1 ha le site de traitement du gravier quant à lui, est situé à environ 2 km du site d'extraction, dans le village de Koyampleu sur l'axe Man – Danané (*Figure 2*). Ces deux villages sont définis par les coordonnées suivantes : 7°15'37,584''N ; 8°5'12 ,515''O pour Koyampleu et 7° 15' 33"N ; 8° 7' 55"O pour Lapleu. La zone d'étude est caractérisée par un climat de type montagneux et compte 2 saisons bien différenciées : une saison sèche de novembre à mars, avec des précipitations inférieures à 50 mm de pluie et une saison pluvieuse d'avril à octobre, marquée par une moyenne de 1676 mm de pluie par an. Les températures maximales et minimales dans la zone de Lapleu sont 33,3°C et de 16,5°C pour une moyenne de 24,5°C. La région est traversée par trois principaux cours d'eau : le Cavally, le Bohan et le Nuon (qui marque la frontière naturelle entre la Côte d'Ivoire et le Libéria) ainsi que des rivières saisonnières. Selon, [16], aucun cours d'eau n'a été identifié dans les environs

du site d'extraction du projet (Lapleu). La zone du projet est caractérisée dans l'ensemble par un relief très monotone et accidenté, avec une succession de dômes dont les altitudes varient entre 200 et 600 m. Elle est constituée d'une pénéplaine composée par une succession d'interfluves à sommets plan-convexes, laissant apparaître des reliefs résiduels constitués d'inselbergs ou de collines riches en affleurements granitique, des vallées et de nombreux bas-fonds.

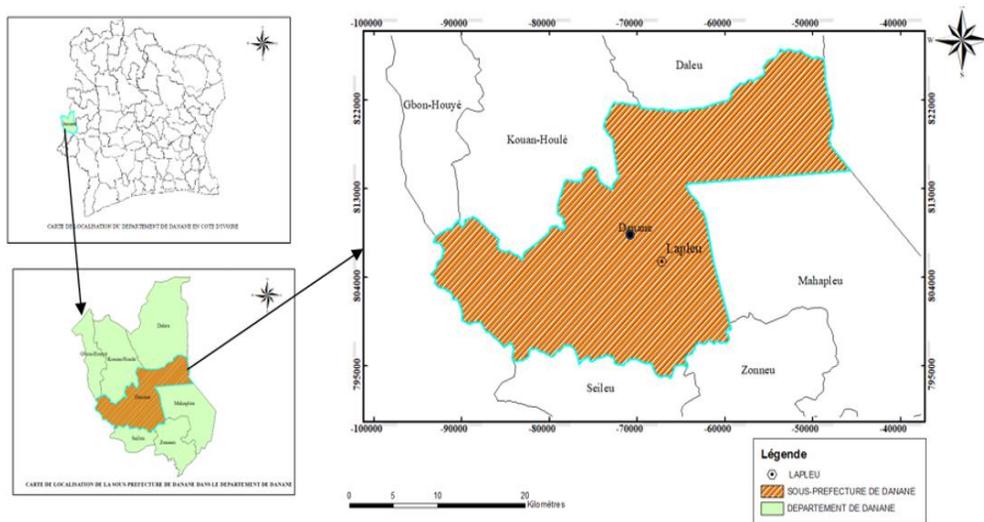


Figure 1 : Situation géographique de la zone d'étude

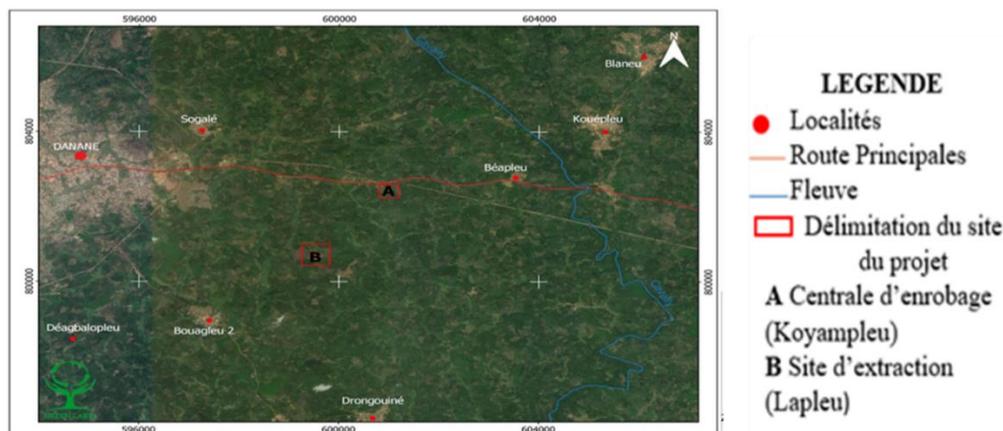


Figure 2 : Localisation des sites du projet Lapleu

La population de la zone du projet est estimée à 131 586 habitants en 2021 selon [17]. Cette population pratique majoritairement l'agriculture (le café, le cacao, l'hévéa et les cultures de subsistance telles que le manioc, l'igname et la banane plantin) et accessoirement le commerce. Sur le plan géologique, la

zone d'étude est située dans la partie archéenne de la Côte d'Ivoire, à l'ouest de la faille de Sassandra au sein de la dorsale de Man, dans le sud du Craton Ouest Africain [18]. La géologie de la sous-préfecture de Danané, telle que présentée par la feuille de Man-Danané, est constituée principalement de granodiorites à biotite, monzosyérite, métagranodiorite à biotite et/hornblende et de charnockites (**Figure 3**). Par ailleurs, [16] ont noté la présence d'affleurements granitiques dans les environs de Lapleu.

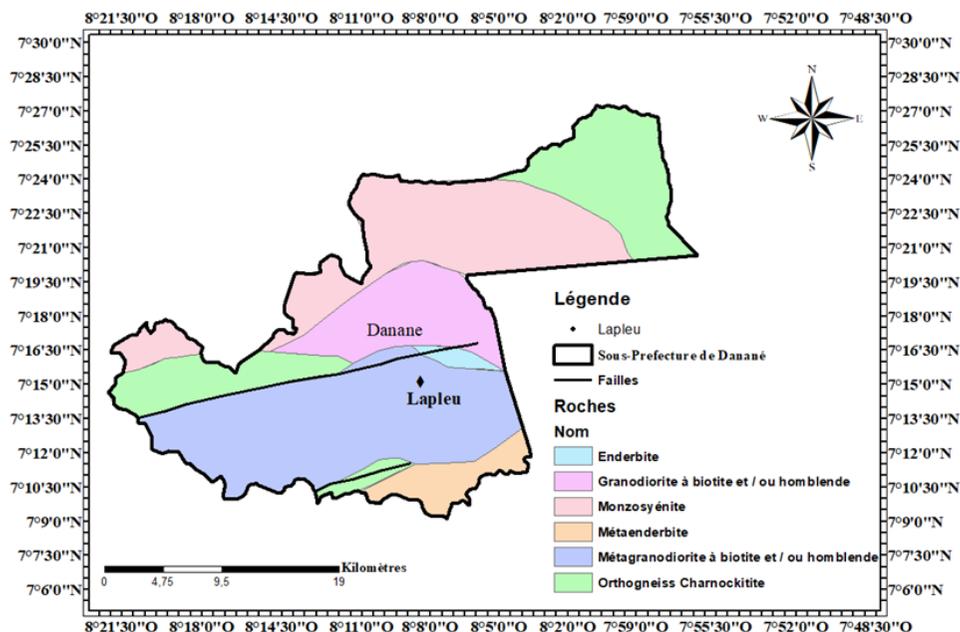


Figure 3 : Carte géologique de la zone d'étude

II-2. Matériel

Pour le prélèvement des échantillons sur le terrain, le matériel utilisé était composé d'un GPS, d'un marteau du géologue et d'un pinceau pour le prélèvement des échantillons de sol (poussière) après le dynamitage. Une fois au laboratoire, un Spectromètre à Fluorescence X (XRF) a été utilisé pour la détermination de la composition chimique des échantillons de poussière. Il s'agissait plus précisément de la composition en éléments chimiques et la composition en oxydes. Enfin, pour déterminer la taille des particules dans les échantillons de sol (poussière), un granulomètre laser a été utilisé.

II-3. Méthodes

L'acquisition des données a été faite à deux (2) niveaux à travers des travaux de terrain et des travaux de laboratoire.

II-3-1. Travaux de terrain

En plus des documents consultés, des consultations publiques ont été menées. L'exécution de cette enquête socio-environnementale a été faite sous une seule forme à savoir des entretiens individuels. Ces entretiens ont concerné, les employés et les populations riveraines. Au cours de ces entretiens, il était question de discuter avec les populations afin de recueillir leurs préoccupations sur les nuisances et autres types d'impacts générés par les activités de la carrière. L'enquête a été réalisée sur la base d'un questionnaire de dix-sept (17) questions (annexe), et s'est tenue sur une semaine (7 jours). La population enquêtée a été constituée à partir des critères préalablement définis sur le genre, le village et sur le fait qu'il soit employé de la carrière ou non. Les résultats obtenus ont été analysés suivant les matrices d'impact de [19, 20]. Les visites de terrain visaient aussi à identifier les différents équipements disponibles sur place, les substances dangereuses utilisées, les sources et niveau de consommation d'énergie, les effluents et leur source d'émission. De plus, ces observations sur le terrain, avaient pour objectif d'évaluer la conformité des activités de l'entreprise aux normes environnementales et sécuritaires nationales d'une part et par rapport à leur cahier de charges d'autre part.

II-3-2. Méthode d'évaluation de l'importance des impacts

La détermination des impacts se base sur des faits appréhendés, tandis que leur évaluation comporte un jugement de valeur. Cette évaluation peut non seulement aider à établir des seuils ou des niveaux d'acceptabilité, mais également permettre de déterminer les critères d'atténuation des impacts ou les besoins en matière de surveillance et de suivi. L'évaluation de l'importance d'un impact dépend d'abord de la composante affectée, c'est-à-dire de sa valeur intrinsèque pour l'écosystème (sensibilité, unicité, rareté, réversibilité), de même que des valeurs sociales, culturelles, économiques et esthétiques de la population à l'égard des composantes affectées. L'évaluation de l'importance d'un impact dépend aussi du degré de changement subi par les composantes environnementales affectées. Ici l'évaluation des impacts a été basée sur une approche matricielle d'interrelation entre les activités du projet, sources d'impacts et les éléments des milieux récepteurs en l'occurrence les milieux physiques, biologiques et humains. Le but de l'évaluation des impacts est d'affecter une importance relative aux impacts associés au projet et ainsi de déterminer l'ordre de priorité selon lequel les impacts doivent être évités, atténués ou compensés. Trois (03) critères sont retenus pour déterminer et évaluer les impacts.

– *L'intensité*

Il s'agit de l'ampleur de l'impact sur la composante étudiée. L'intensité peut être soit forte, moyenne ou faible, selon le degré de modification de l'élément du milieu social ou environnemental étudié. Trois classes d'intensité ont été définies :

- Forte intensité (Fo) : la source d'impact affecte de façon importante un élément du milieu, en modifie l'intégrité ou en diminue (ou augmente) fortement l'utilisation, le caractère particulier ou la qualité. Elle améliore grandement l'élément ou en augmente fortement la qualité ou l'utilisation ;
- Moyenne intensité (Mo) : lorsque les modifications induites sont visibles mais ne compromettent pas le fonctionnement normal de la composante ;
- Faible intensité (Fa) : lorsque les modifications induites sont légères ou nulles.

– *La portée/l'étendue*

Cet indicateur mesure une superficie où une proportion de population correspond au rayonnement spatial du changement ou au nombre d'individus susceptibles de percevoir ce changement dans la zone d'étude. Pour définir la portée plusieurs classes sont définies :

- Portée régionale (Re) : la source d'impact modifie une portion importante ou la totalité d'un élément du milieu dans la zone d'étude principale. L'élément affecté est utilisé ou les effets du changement sur celui-ci peuvent être perçus par l'ensemble de la population humaine ou animale de la zone d'étude principale ;
- Portée locale (Lo) : la source d'impact modifie une portion de l'élément du milieu situé dans le secteur des travaux et dans l'espace immédiat adjacent. L'élément affecté est utilisé ou les effets du changement sur celui-ci peuvent être perçus par la population humaine ou animale située dans l'aire circonscrite par le secteur des travaux ou dans l'espace immédiat adjacent ;
- Portée ponctuelle (Po) : la source d'impact modifie une portion de l'élément du milieu situé dans le secteur des travaux. L'élément affecté est utilisé, ou les effets du changement sur celui-ci peuvent être perçus par une portion de la population humaine ou animale située dans l'aire circonscrite par le secteur des travaux.

– *La durée*

Pendant la mise en œuvre d'une phase, la durée d'un impact renvoie à l'évaluation de la période pendant laquelle l'effet d'une activité, d'une composante du projet se fera sentir. La durée de l'impact est répartie en trois classes :

- Longue durée (Log) : elle s'applique à un impact dont l'effet est ressenti de façon continue ou intermittente, mais régulière, pendant toute la vie des infrastructures et même au-delà ; on considère également les effets comme irréversibles ;

- Durée moyenne (Mo) : elle exprime un impact dont l'effet est ressenti de façon continue ou intermittente, mais régulière, pendant une période inférieure à la durée de vie des infrastructures, soit quelques années ;
- Courte durée (Co) : elle renvoie à un impact dont l'effet est ressenti sur une période de temps limitée, correspondant généralement à la période de construction des infrastructures ou d'exploitation, ou à une période inférieure à celle-ci.

L'évaluation de l'importance de l'impact est fonction de la combinaison des différents indicateurs définis ci-dessus, la corrélation établie entre chacun des indicateurs permettant d'établir la classification suivante :

- Impact d'importance majeure (Ma) : cela signifie que l'intégrité de la nature d'un élément et son utilisation sont modifiées de façon importante. L'impact met en danger la vie d'une espèce humaine, animale ou végétale ;
- Impact d'importance moyenne (Mo) : un impact d'importance moyenne signifie que l'intégrité de la nature d'un élément et son utilisation sont modifiées partiellement ;
- L'impact ne met pas en danger la vie d'individus ou la survie d'une espèce animale ou végétale ;
- Impact d'importance mineure (Mi) : un impact d'importance mineure signifie que l'intégrité de la nature d'un élément et son utilisation sont modifiées légèrement.

- **Analyse granulométrique**

Les échantillons ont été prélevés sur l'affleurement magmatique à l'aide d'un marteau géologique. Au total trois échantillons ont été prélevés. Il s'agit d'un échantillon de roche avant le dynamitage, et de deux échantillons de poussière obtenue après le dynamitage. Ils ont été prélevés sur les blocs obtenus après le dynamitage à l'aide d'un pinceau et mis dans des sachets plastiques et étiquetés (**Figure 4**). Afin de déterminer la nature pétrographique et chimique du massif rocheux exploité à Lapleu, plusieurs analyses ont été effectuées au Laboratoire Central d'Analyse de l'Université de Man. Il s'agit de la spectroscopie par fluorescence à rayons X sur la roche totale et sur les échantillons de poussières et de l'analyse granulométrique des échantillons de poussières à l'aide d'un granulomètre laser. L'analyse granulométrique visait à déterminer les quantités respectives des différents éléments constitutifs du sol (Graviers, Sables, Limons, Argiles). Le diamètre efficace d_{10} et le coefficient d'uniformité ($C_u = d_{60}/d_{10}$) ont été déterminés.



Figure 4 : *Échantillonnage de poussière sur les blocs après le dynamitage*

III - RESULTATS

III-1. Résultats des enquêtes

III-1-1. Constat sur le processus d'abattage à la dynamite sur la carrière de Lapleu

L'abattage à l'explosif se fait en plusieurs étapes très importantes. Chaque étape est régie par des règles qui, lorsqu'elles sont respectées participent à la réussite du tir ou dans le cas contraire sont sources de dégâts. L'enquête portant sur la vérification du respect des différentes règles associées à chaque étape, a permis de constater que les règles et procédures ne sont pas toujours appliquées sur le terrain. Sur la carrière de Lapleu les profondeurs de foration et le bourrage ne correspondent pas à la norme. En effet, concernant la foration, la hauteur recommandée est de 15 m ; mais sur la carrière les profondeurs de foration allaient jusqu'à 21 m (soit des profondeurs dépassant la norme). De même, pour des profondeurs de 15m, la réglementation suggère un bourrage allant de 1,5 à 2 m mais sur la carrière le bourrage variait de 1,5 à 1,7 m pour des profondeurs allant de 12 à 21 m. Le non-respect de ces règles pourrait être à la base des projections de blocs au-delà de l'ère d'influence initialement établie.

III-1-2. Répartition des personnes interrogées

La **Figure 5a** montre la population interrogée selon l'âge et le genre. Au total, 80 personnes ont été interrogées. On dénombre 80 % d'hommes interrogés contre 20 % de femmes. Aussi, la population interrogée était majoritairement constituée de jeunes dont l'âge varie entre 19 et 35 ans. Enfin, sur les

80 personnes interrogées, 50 exercent une activité sur la carrière soit en tant qu'employé soit en tant que contractuel. Parmi ces 50 personnes 35 (soit 70 %) proviennent de Koyampleu et 15 (soit 30 %) de Lapleu (**Figure 5b**). Les jeunes originaires de Koyampleu sont donc majoritairement employés par la CCECC-CI sur la carrière de Lapleu.

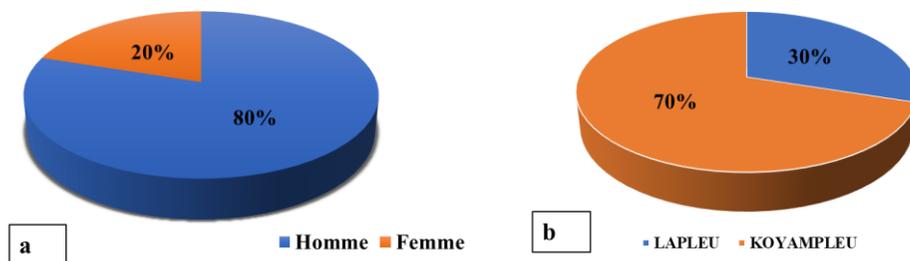


Figure 5 : Répartition des personnes interrogées selon : (a) le genre et (b) l'origine

III-2. Problèmes liés à l'abattage à la dynamite du massif granitique de Lapleu

L'exploitation du massif granitique de Lapleu modifie le milieu naturel qui devient de plus en plus un milieu anthropisé. Les principaux impacts enregistrés sur la carrière sont les émissions de poussière et les nuisances sonores. Dans la carrière industrielle, les travaux de terrain ont permis de relever trois (3) sources d'émission de poussière dans l'air. Il s'agit des activités de foration, de concassage et les tirs de mine (dynamitage). Aussi, les opérations de chargement des camions-bennes, leur circulation ainsi que celle des engins participent à l'émission de poussières dans l'air. Quant aux nuisances sonores, elles proviennent des tirs de mines, du fonctionnement des moteurs (engins, concasseurs et camions) et de la foration. Le **Tableau 1** présente l'analyse de l'importance de ces impacts. Il ressort de cette analyse que l'émission de poussière et de gaz constitue un impact majeur sur le milieu récepteur tandis que les nuisances sonores restent mineures à moyennes. En effet, le fonctionnement des moteurs des engins et des camions, mélange de nitrate avec du gazole et l'explosion engendre des gaz ainsi que des odeurs.

Tableau 1 : *Évaluation de l'importance des impacts générés par les activités de la carrière de Lapeu*

Source d'impacts	Impacts	Intensité	Portée	Durée	Importance
Activités de foration	Nuisances sonores	Moyenne	Locale	Courte	Mineure
	Emission de Poussière	Forte	Locale	Longue	Majeure
	Vibration	Moyenne	Locale	Courte	Mineure
Tirs de mine	Emission de Poussière et de gaz	Forte	Locale	Longue	Majeure
	Vibration	Forte	Locale	Courte	Mineure
	Nuisances sonores	Forte	Locale	Courte	Mineure
Circulation des engins	Nuisances sonores	Moyenne	Locale	Courte	Mineure
	Emission de Poussière et de gaz	Forte	Locale	Longue	Majeure
Concassage, broyage et criblage	Nuisances sonores	Moyenne	Locale	Locale	Moyenne
	Emission de poussière	Moyenne	Locale	Locale	Moyenne

Ces gaz dont certains sont à effet de serre ont un impact direct sur le climat car ils contribuent au réchauffement climatique. En effet l'on note les rejets de CO₂, Nox, SO₂, de Composés Organiques Volatil (COV) et d'hydrocarbures aromatiques polycycliques qui sont dus à la circulation des camions. Par ailleurs, l'exploitation du granite porte atteinte à la santé des populations vivant proche de la carrière plus précisément dans le village de Koyampleu. Au cours de l'enquête, certaines maladies ont été enregistrées au sein de cette population (**Tableau 2**). Selon les personnes interrogées, ces maladies sont liées aux activités de la carrière, notamment à la poussière propagée lors du concassage et du passages des camions-bennes en partance et provenance de la carrière pendant la saison sèche (novembre à février). L'analyse du tableau montre que 42,5 % des personnes interrogées ont contracté à plusieurs reprises le rhume ; 37,5 % la toux et 20 % une infection des yeux. Ce tableau montre que l'exploitation du granite a une véritable incidence sur la santé des populations qui sont à proximité de cette carrière. De plus, des conflits sociaux liés à l'exploitation de la carrière ont été identifiés au sein de la population. En effet certaines personnes se plaignent du fait que les opérations de dédommagement n'ont concerné que les personnes ayant des parcelles dans l'emprise du dôme exploité. Aussi, toujours selon ces populations, aucun projet de développement profitable à tous n'a été réalisé alors qu'ils sont tous victimes des impacts générés par cette exploitation. A titre d'exemple, on peut citer le blocage des voies lors du dynamitage, une opération qui peut prendre au moins une demi-

journée occasionnant ainsi un retard dans l'exécution des travaux champêtres pour les personnes ayant leur champ dans les environs mais n'étant pas dans le périmètre de sécurité (500 m). Ces personnes n'ayant pas profité du dédommagement estiment être victime d'une injustice. En outre, l'effectif total des jeunes villageois employés par la carrière est jugé peu. En somme, les populations impactées n'observent aucune amélioration des conditions de vie à l'exception d'une minorité qui profite de cette activité.

Tableau 2 : *Problèmes de santé enregistrés auprès des populations riveraines*

Maladies	Effectifs	Pourcentage (%)
Toux	30	37,5
Rhume	34	42,5
Infection des yeux	16	20
Total	80	100

La **Figure 6** illustre l'état actuel des champs de café, cacao et hévéa. Les feuilles sont totalement recouvertes par la poussière. Cette situation a considérablement baissé le rendement de ces cultures selon les populations sondées. Outre, les émissions de poussière les missions de terrain ont permis d'observer des projectiles (blocs de roche) de forme variable (grosse, moyenne et petite) en fonction de la distance. Les gros blocs ont été le plus observés dans les plantations situées non loin du dôme exploité. L'impact de ces projectiles sur les plants d'hévéa est destructeur comme en témoigne la **Figure 7**. Les répercussions négatives des activités de la carrière s'observent aussi en termes d'impacts paysagers. La **Figure 8** montre la destruction du couvert végétal depuis l'ouverture de la carrière et l'installation des équipements de traitements.



Figure 6 : *Dépôt de poussière sur des cultures autour de la carrière de Lapleu*

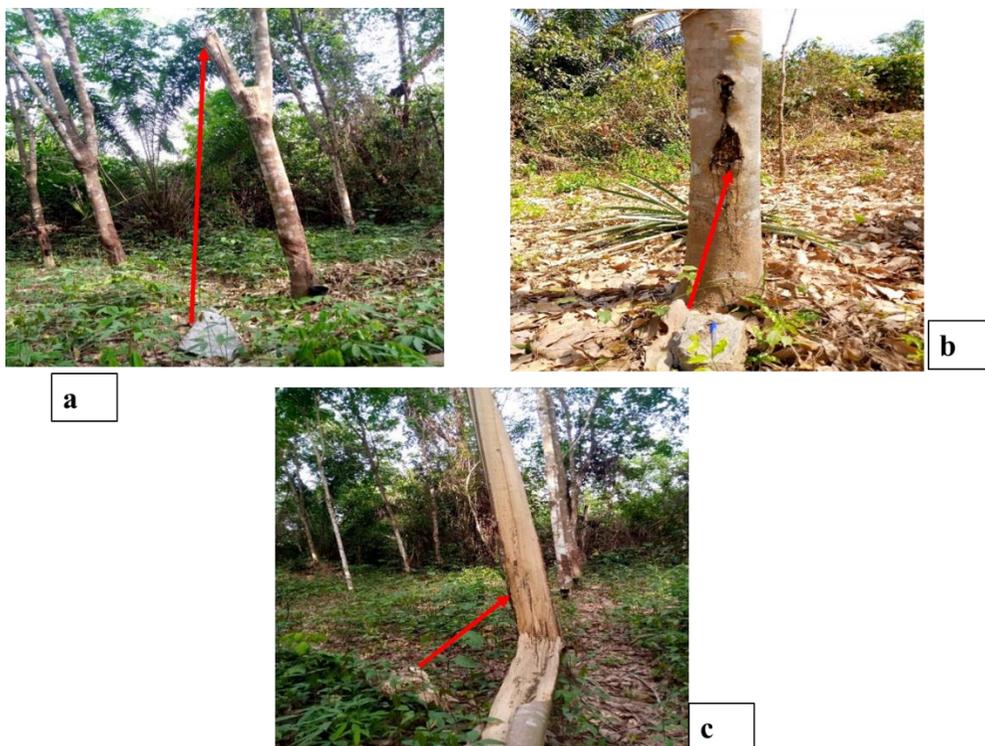


Figure 7 : Destruction des pieds d'hévéa par des projectiles : (a) branche cassée par un projectile ; (b) impact d'un projectile sur un tronc d'hévéa ; (c) : pied d'hévéa complètement « fauché » par un projectile

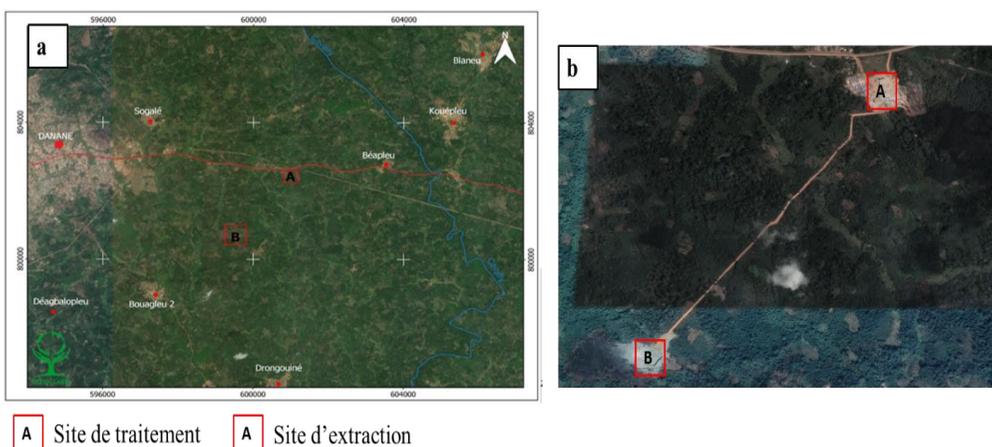


Figure 8 : Impact paysager des activités de la carrière de Lapleu : (a) avant exploitation ; (b) pendant l'exploitation

III-3. Analyse granulométrique des échantillons de poussière

L'analyse granulométrique des échantillons de poussière a permis de tracer les courbes granulométriques (**Figure 9**) qui témoignent de la taille des particules dans ces échantillons (particules fines, sables graviers, cailloux). L'analyse des deux courbes montre que les échantillons sont tous constitués d'éléments de taille inférieure à 1mm (1000 μm). Ce sont donc, dans l'ensemble, des sables fins puisque les particules sont toutes inférieures à 0,31 mm (310 μm) qui est la limite inférieure des sables moyens. Ces résultats permettent de mettre en évidence la possibilité que ces poussières puissent s'envoler plus loin au-delà de la zone d'influence. En outre le calcul des paramètres granulométriques pour chaque échantillon montre les résultats suivants :

- **Pour l'échantillon S1 :**

Les diamètres efficaces : $D_{10} = 40 \mu\text{m}$; $D_{60} = 11 \mu\text{m}$

Le coefficient d'uniformité (D_{60}/D_{10}) : $C_u = 0,27$

- **Pour l'échantillon S2 :**

Les diamètres efficaces : $D_{10} = 20 \mu\text{m}$, $D_{60} = 8 \mu\text{m}$

Le coefficient d'uniformité $C_u = (D_{60}/D_{10}) = 0,4$

Ces résultats montrent que 10 % du poids total de l'échantillon S1 ont un diamètre inférieur à 40 μm et 60 % ont un diamètre inférieur à 11 μm . Quant à l'échantillon S2, 10 % du poids total ont un diamètre inférieur à 20 μm et 60 % ont un diamètre inférieur à 8 μm . Les Coefficients d'uniformité des deux échantillons étant compris entre 0 et 2,5, la granulométrie de ces échantillons est donc uniforme. L'analyse granulométrique de ses particules a relevé qu'elles sont de taille fine et donc facilement inhalable par l'homme. Sur la végétation également, ces poussières ont un impact négatif sur l'ensemble de la végétation régionale. Cela s'observe par des dépôts réguliers sur les plantations environnantes, réduisant la photosynthèse et ralentissant la production, et donc une réduction des rendements.

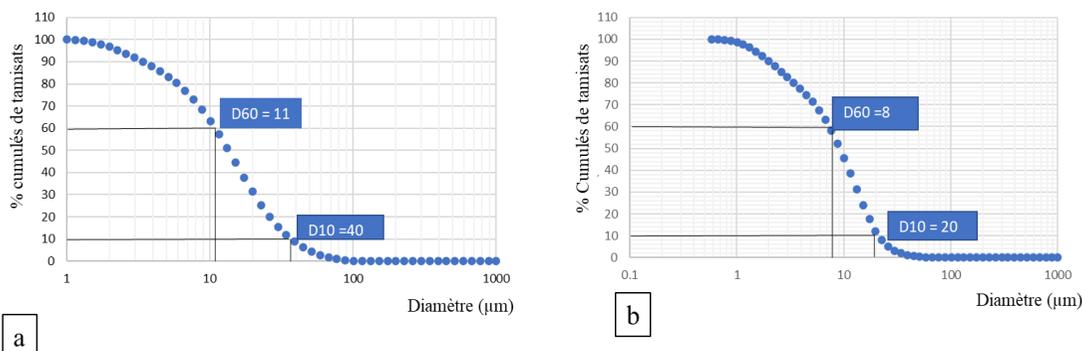


Figure 9 : Courbes granulométriques (a) échantillon S1 (b) échantillon S2

IV - DISCUSSION

L'utilisation de la dynamite pour l'abattage d'un massif granitique est avantageuse car elle permet d'abattre un grand volume de roche en un temps relativement court. Utilisant une main d'œuvre réduite composée majoritairement d'hommes (soit 80 % de l'effectif total) dans la mise en œuvre, l'unité industrielle fait appel à un matériel composé d'une perforeuse, d'un concasseur et d'une chargeuse. En revanche, l'exploitation artisanale, est essentiellement dominée par les femmes comme en témoignent les travaux de [21] avec 87 % de femmes contre 13 % d'hommes dans la ville de Bouaké et ceux de [22] réalisés sur des mines et carrières au Burkina Faso, au Mali et au Togo. Bien que l'exploitation de graviers génère des revenus non négligeables pour les populations locales [23, 24], elle engendre des problèmes environnementaux qui ont une incidence sur le milieu physique et sur la santé des populations [5, 25, 26]. La présente étude a révélé que cette technique d'exploitation du granite engendre des problèmes tels que, les émissions de poussières dans l'atmosphère, les gaz et les odeurs, les bruit, les rejets de projectile à des distances dépassant le périmètre de sécurité établi dans l'étude d'impact environnemental et social. Des résultats similaires ont été obtenus par [27] dans ses travaux portant sur l'impact environnemental et sanitaire de l'exploitation artisanale de dôme granitique à Daloa.

Contrairement à la présente étude, [28] n'a pas observé de dégâts causés par les projectiles. Le problème des projectiles est particulièrement lié au non-respect strict des règles en vigueur concernant le processus de dynamitage. Par exemple, sur la carrière de Lapleu les profondeurs de foration vont de 12 m à 21 m en avec un bourrage allant de 1,5 à 2 m. Or, selon la réglementation, pour éviter la projection de blocs rocheux sur de grandes distances, il est conseillé de forer jusqu'à 15 m de profondeur au maximum. Pour cette profondeur (15 m maximum) doit correspondre un bourrage de 1,5 à 2m afin de confiner la propagation des ondes lors des [16]. Les projectiles observés dans les champs environnants sont à des distance allant de 200 m à 800 m du dôme en extraction ce qui dépasse largement la limite de sécurité établie dans le rapport d'EIES. Selon les résultats de l'étude de faisabilité consignés dans l'EIES les projectiles devraient aller à des distances de 300 m. Sur cette base, un périmètre de sécurité de 500 m avait été établi. Toutes les personnes étant dans un rayon de 500 m ont été pris en compte dans le processus de dédommagement. Tandis que les personnes ou les biens situés en dehors de ce périmètre ne l'ont pas été, puisqu'en théorie, elles ne devraient pas être impactées. Sur le terrain, la réalité est toute autre, ces personnes sont devenues des victimes de cette activité par la destruction de leurs plantations. La dynamite étant un produit chimique détonant, il engendre un bruit énorme au cours de l'explosion et laisse échapper

des gaz nocifs et une énorme poussière qui résulte de la fracturation de la roche. Cependant, le bruit qu'émet cette explosion est à courte durée mais le gaz et la poussière durent dans l'atmosphère polluant ainsi l'air et engendrant un trouble sur le site. L'inhalation de cette poussière pourrait avoir des effets néfastes sur la santé des personnes pratiquant cette activité et les populations de Koyampléu. Le gaz produit au cours de l'explosion est directement lié à la composition chimique des explosifs employés qui, selon [28], est composé de monoxyde de carbone (2 à 15 % de CO du total des gaz émis par un tir d'explosif), d'oxyde d'azote (5 % de NO et de NO₂) et de dioxyde de carbone (25 à 45 % de CO₂). En ce qui concerne la santé des populations, au cours des enquêtes, il nous a été donné de constater que ces populations autour de la carrière de Lapleu étaient victimes de maladies. En effet, 58 % des enquêtés souffrent de rhume, 17 % de toux, 20 % d'infection des yeux qui sont dues à l'inhalation régulière de la poussière issue de l'unité de concassage et des fumées. La forte proportion de SiO₂ dans les échantillons de poussières peut effectivement occasionner la silicose chez les personnes exposées aux envols de poussières. [28] a indiqué qu'en général les poussières sont susceptibles de provoquer des irritations de yeux, de la peau et aussi des tractus respiratoires.

V - CONCLUSION

L'abattage à l'explosif est une technique d'exploitation bénéfique, mais sa mise en œuvre n'est pas sans effet sur l'environnement récepteur et les populations. Elle est pratiquée par une main d'œuvre majoritairement masculine. L'exploitation à la dynamite de la carrière de Lapleu est à la base de plusieurs problèmes environnementaux tels que, les émissions de poussières dans l'atmosphère, les nuisances sonores, les émissions de gaz et d'odeurs, les rejets de projectiles et la destruction des plantations. Ces problèmes ont une incidence sur le milieu physique et sur la santé des populations. L'analyse de la poussière et de sa répartition en se basant sur la granulométrie montre que les particules émises dans l'air par les activités de la carrière sont facilement inhalables par les riverains. Même si la quantité de poussières dans l'atmosphère diminue avec la distance, leurs répartitions sont fonction des vents dominants qui apportent la poussière vers l'agglomération de Koyampléu. Les impacts sur la population s'observent à travers les maladies telles que la toux, le rhume, et les irritations des yeux. Sur la végétation, les dépôts réguliers de poussières réduisent l'activité photosynthétique des cultures faisant ainsi baisser le rendement des productions agricoles.

RÉFÉRENCES

- [1] - ONUDI, Atelier sous-région d'information des pays de l'Afrique de l'Ouest francophone sur les problèmes liés à l'orpaillage. Rapport de synthèse, (2009) 34 p.
- [2] - K. A. F. YAO, D. SALZE, M. LOPEZ-FERBER, T. LASM, O. BELCOURT, Impact of an Abandoned Mine on Surrounding Soils, Surface Water and Stream Sediment: Case of SOMIAF Gold Mine, Côte d'Ivoire. *International Journal of Environmental Science and Development*, 8 (9) (2017) 642 - 646
- [3] - Organisation de coopération et de développement économiques (OCDE), L'or à la croisée des chemins : Etude d'évaluation des chaînes d'approvisionnement en or produit au Burkina Faso, au Mali et au Niger, (2018)
- [4] - K. A. F. YAO, Développement d'une méthodologie pour une meilleure évaluation des impacts environnementaux de l'industrie extractive. Thèse de Doctorat, Université de Montpellier, (2018) 261 p.
- [5] - J. SEGURA-SALAZAR et L. M. TAVARES, A life cycle-based, sustainability-driven innovation approach in the minerals industry: Application to a large-scale granitic quarry in Rio de Janeiro. *Minerals Engineering*, 172 (2021) 107 - 149
- [6] - M. GUSSONI, Stone Sector. Trade and Innovation. *Carrara*, (2017)
- [7] - Portail officiel du gouvernement de Côte d'Ivoire, Consulté le 14/05/2023, (2023)
- [8] - Ministère des Mines et de la Géologie, Exploitation des substances de carrières. *Site officiel*, (2020)
- [9] - C. COULOMBEZ, Analyse et optimisation des pratiques d'abatage à l'explosif dans une carrière de granulats. Crustal thickening (Man Rise. Ivory Coast). *Journal of metamorphic geology*, 28 (2007) 41 p.
- [10] - I. BIANCO et G. A. BLENGINI, Life Cycle Inventory of techniques for stone quarrying, cutting and finishing : Contribution to fill data gaps. *Journal of Cleaner Production*, 225 (2019) 684 - 696
- [11] - M. AUBERTIN, B. BUSSIERE et L. BERNIER, Environnement et gestion des rejets miniers : Manuel sur cédérom. Montréal : *Presses internationales polytechniques*
- [12] - A. JACQUOT, « Quelle gouvernance des projets d'ouverture et d'extension de carrières ? » Revue scientifique sur la conception et l'aménagement de l'espace, (2010) 12 p.
- [13] - F. F. MONTEIRO, R. C. CORDEIRO, R. E. SANTELLI, W. MACHADO, H. EVANGELISTA, L. S. VILLAR, L. C. A. VIANA and E. D. BIDONE, Sedimentary geochemical record of historical anthropogenic activities affecting Guanabara Bay (Brazil) environmental quality, *Environ. Earth Sci.*, Vol. 65, (2012) 1661 - 1669

- [14] - D. OMANOVIĆ, I. PIŽETA, P. VUKOSAV, E. KOVÁCS, S. FRANČSKOVIĆ-BILINSKI, J. TAMÁS, Assessing element distribution and speciation in a stream at abandoned Pb-Zn mining site by combining classical, in-situ DGT and modelling approaches, *Sci. Total Environ.*, 511 (2015) 423 - 434
- [15] - M. A. OTHMANI, F. SOUISSI, E. F. SILVA, A. COYNEL, Geochemistry and potential environmental impact of the mine tailings at Rosh Pinah, southern Namibia, *Journal of African Earth Sciences*, 111 (2015) 231 - 243
- [16] - J. M. EDOUKOU, V. EKAZAN, A. SANOGO, C. YAPI, Etude d'impact environnemental et social, carrière Lapleu, Côte d'Ivoire, (2021) 293 p.
- [17] - Recensement Général de la Population et de l'Habitat en Côte d'Ivoire - RGPH, (2021) 37 p.
- [18] - Z. OUATTARA, O. C. N'CHO, G. F. E. GOUEDJI, Y. E. B. KOUAKOU, G. OUATTARA, Y. COULIBALY, Evaluations Gîtologique et Environnementale des Activités Minières Artisanales Liées à l'Or de Doumbiadougou, Duékoué, Ouest de la Côte d'Ivoire. *European Scientific Journal, ESJ*, 18 (36) (2022) 278 - 293
- [19] - L. B. LEOPOLD, F. E. CLARKE, B. B. HANSHAW and J. E. BALSLEY, A procedure for evaluating environmental impact. *U.S. Geological Survey Circular 645*, Washington, D.C., (1971)
- [20] - M. FECTEAU, Analyse Comparative Des Méthodes de Cotation Des Études D'impact Environnemental, Rapport de Recherche, Université Du Québec À Montréal, (1997) 119 p.
- [21] - B. DIARRASSOUBA, B. FOFANA, A. L. TANO, Exploitation artisanale des carrières de graviers à Bouaké : étude sociodémographique et environnementale d'une activité en expansion. *Revue canadienne de géographie tropicale/Canadian journal of tropical geography*, Vol. (4) 2 (2017) 11 - 21
- [22] - F. C. N'DIAYE, Genre et travail des enfants dans les mines et carrières au Burkina Faso, au Mali et au Togo : synthèse des études de cas, BIT, (2013), 48p.
- [23] - D. Z. ETTIEN, Étude d'évaluation de l'impact des exploitations minières sur l'environnement et les populations en Afrique occidentale : Cas de la mine d'or d'Ity dans la région semi-montagneuse de l'Ouest de la Côte d'Ivoire. Apport du Système d'Informations Géographiques (S.I.G) et de la télédétection. Thèse Unique de Doctorat, Université de Cocody, Abidjan, (2005) 178 p.

- [24] - Z. MOGBA, F. NGBOKOTO, M. MAINDE, J. FEITOUANA, P. MAKET, Étude sociodémographique des exploitants du diamant artisanal dans les zones pilotes du projet DPDDA en République Centre africaine, Projet pilote sur les Droits de Propriété et le Développement du Diamant Artisanal, Bangui, (2007) 47 p.
- [25] - E. ROSSI, A. Sales, Carbon footprint of coarse aggregate in Brazilian construction. *Constr. Build. Mater.*, 72 (2014) 333 - 339
- [26] - N. KONLANI, Ouverture et exploitation des carrières de sable, une menace du foncier agricole autour de l'agglomération de Lomé, au Togo. *Revue de géographie du laboratoire Leïdi*, N°13 (2015) 132 - 154
- [27] - K. A. KOUAME, A. P. AYEMOU, K. G. N'GUESSAN, Impact environnemental et sanitaire de l'exploitation artisanale de dôme granitique dans la ville de Daloa (centre-ouest de la cote d'ivoire), *Revue ivoirienne de géographie des savanes*, N° 3 (2017) 14 p.
- [28] - D. X. SOOS, Analyse des effets sur la santé dans le cadre des études d'impact : cas des carrières d'extraction. Mémoire de fin d'études, formation des ingénieurs du génie sanitaire. DRIRE de Bretagne, Rennes, (2000) 71 p.