

## EVALUATION DES IMPACTS ENVIRONNEMENTAUX LIÉS À L'EXPLOITATION DES CALCAIRES ET À LA PRODUCTION DE CIMENT À ONIGBOLO (SUD-EST DU BENIN)

### APPRAISAL OF THE ENVIRONMENTAL IMPACTS RELATED TO LIMESTONES EXPLOITATION AND CEMENT PRODUCTION AT ONIGBOLO (SOUTH-EAST OF BENIN)

d'ALMEIDA G. A. F.<sup>1\*</sup>, KAKI C.<sup>1</sup>, TCHOUKOU W.<sup>1</sup>, GBEWEZOUN V.<sup>2</sup>

1-Département des Sciences de la Terre - Université d'Abomey-Calavi,

01 BP4256 Cotonou (Bénin)

2-Direction Générale des Mines, 04 BP 1412 Cotonou (Bénin)

\*Auteur Correspondant : [almeidafranck@hotmail.com](mailto:almeidafranck@hotmail.com)

(Reçu le 12 Août 2015 ; Révisé le 10 Décembre 2015 ; Accepté le 12 Décembre 2015)

#### RESUME

Situé dans la commune de Pobè (Sud-est du Bénin) et couvrant un domaine d'environ 1924 hectares avec des réserves initiales estimées à plus de 90.000.000 tonnes, le gisement de calcaire d'Onigbolo a commencé par être exploité en 1983. Depuis l'an 2000, ce gisement est exploité par SCB-Lafarge. Trois niveaux calcaires, séparés par des séquences argileuses, ont été mis en évidence dans ce secteur ; mais seuls les deux premiers niveaux sont exploités pour la production du ciment notamment à cause de leurs bonnes teneurs en CaO et de leurs faibles taux de SiO<sub>2</sub>. L'examen de la chaîne de production a permis de révéler l'existence de problèmes environnementaux liés aussi bien au rejet de poussière dans l'atmosphère par le broyeur qu'aux eaux usées de l'usine. Les analyses physico-chimiques effectuées sur des échantillons d'eau prélevés au lieu de drainage de ces eaux usées révèlent des teneurs anormales en nitrite NO<sub>2</sub><sup>-</sup> (0,169 mg l<sup>-1</sup>) alors que la norme internationale admise par l'O.M.S. est de 0,1 mg l<sup>-1</sup>. Toutefois, les eaux souterraines de la localité ne seraient pas affectées par cette exploitation. Actuellement, des mesures adéquates sont prises par SCB-Lafarge pour progressivement résoudre les problèmes environnementaux susmentionnés.

Mots-clés : Calcaires, Onigbolo, exploitation, production de ciment, nitrite, pollution.

#### ABSTRACT

Located in Pobè district (South-east of Benin) and covering a domain in the order of 1924 hectares with initial reserves assessed to more than 90.000.000 tons, the limestones deposit of Onigbolo began to be exploited in 1983. Since 2000, the deposit is exploited by SCB-Lafarge. Three limestones levels, separated by argillaceous sequences, were emphasized in this sector; but only the two first ones are exploited for cement production particularly because of their good content in CaO and their weak rate of SiO<sub>2</sub>. Production chain examination allow to reveal the existence of environmental problems linked as well to the dust reject in the atmosphere by the grinder as to the used waters of the factory. Physico-chemical analyses carried out on water samples from the place of drainage of used waters reveal abnormal rate in nitrite NO<sub>2</sub><sup>-</sup> (0,169 mg l<sup>-1</sup>) while international norm admit by W.H.O. is of 0.1 mg l<sup>-1</sup>. However, the underground waters of the locality are not affected by this exploitation. Currently, adequate measures are taken by SCB-Lafarge to gradually resolve over-mentioned environmental problems.

Keywords : limestones, Onigbolo, exploitation, cement production, nitrite, pollution.

## INTRODUCTON

Au Bénin, plusieurs travaux de recherche réalisés dans le bassin sédimentaire côtier, ont abouti à la découverte de gisements de calcaire actuellement exploités par diverses sociétés tant nationales qu'internationales (SCB-Lafarge, CIMBENIN, SCB et NOCIBE) pour la fabrication du ciment. Exploité depuis 1983 pour la fabrication du ciment, le gisement de calcaire d'Onigbolo, couvrant un domaine d'environ 1924 ha avec des réserves initiales estimées à plus de 90.000.000 tonnes, est actuellement sous-contrat avec le groupe SCB-Lafarge. Avec une production annuelle sans cesse croissante (environ 200.000 tonnes en 2001 contre près de 980.000 tonnes en 2011) (DG-Mines 2012), cette importante activité minière génère des revenus importants. Toutefois, il importe de remarquer qu'elle n'est pas sans conséquences sur un certain nombre de composantes environnementales. En tenant compte de l'importance et de la durée de ses

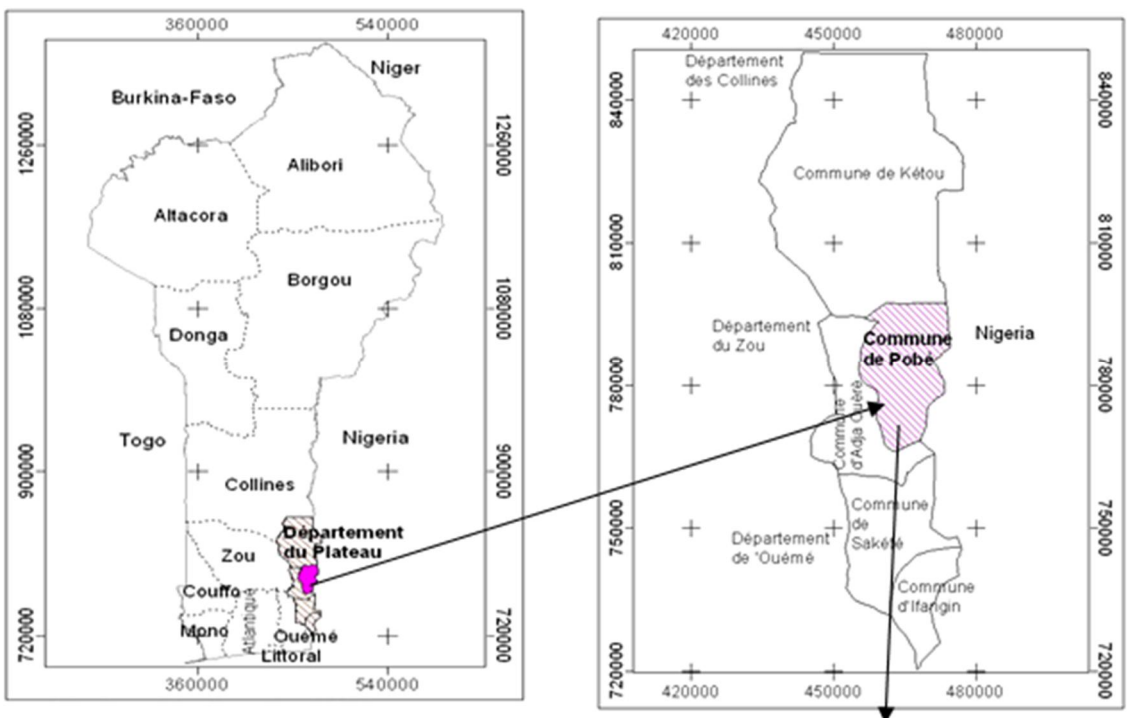
activités, l'usine d'Onigbolo, longtemps considérée comme référence au Bénin, a été choisi pour cette évaluation.

Cet article vise donc à préciser le système d'exploitation utilisé pour la transformation des calcaires de la région et à faire l'évaluation des impacts environnementaux qui découlent de leur exploitation.

## 1. PRESENTATION DE LA ZONE D'ETUDE

### ✓ Cadre géographique

Le complexe cimentier du groupe SCB-Lafarge (carrière d'extraction et usine de transformation), est situé dans le département du plateau et plus précisément dans la commune de Pobè (arrondissement d'Issaba). Sur le plan géographique, la commune de Pobè est limitée au Nord par la commune de Kétou, au Sud et à l'Ouest par la commune d'Adja-Ouèrè et à l'Est par la république du Nigeria (Figure1).



Evaluation des impacts environnementaux liés à l'exploitation des calcaires et à la production de ciment à Onigbolo (sud-est du Bénin).

**Légende**

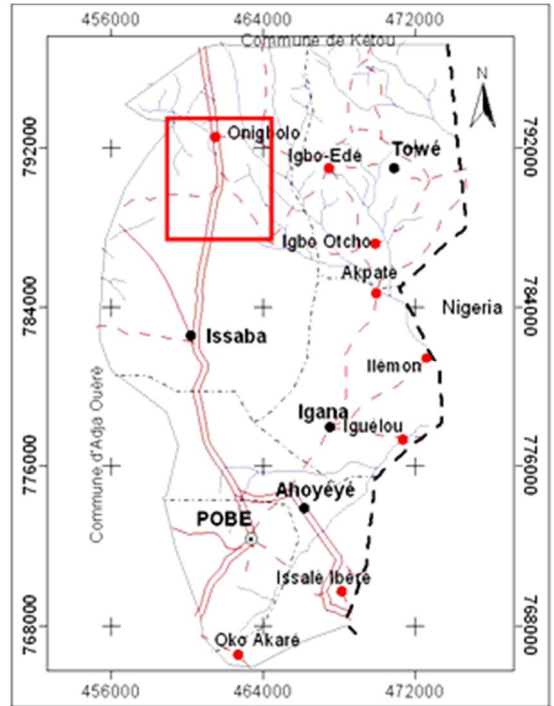


Figure 1 : Localisation de la région d'Onigbolo dans la commune de Pobè

Figure 1: Localization of Onigbolo region in Pobè district.

✓ **Cadre géologique**

Les travaux antérieurs réalisés dans la zone émergée du bassin sédimentaire côtier (BSC) du Bénin (Slansky 1962 ; BREDA 1987) ont permis de préciser les caractéristiques géologiques des formations de ce bassin. Ainsi,

les formations sédimentaires caractérisant la zone d'étude datent du Turonien-Coniacien au Quaternaire récent. Elles affleurent en différents points de cette zone. Il s'agit en général des argiles, des calcaires, des sables et des graviers (Figure 2).

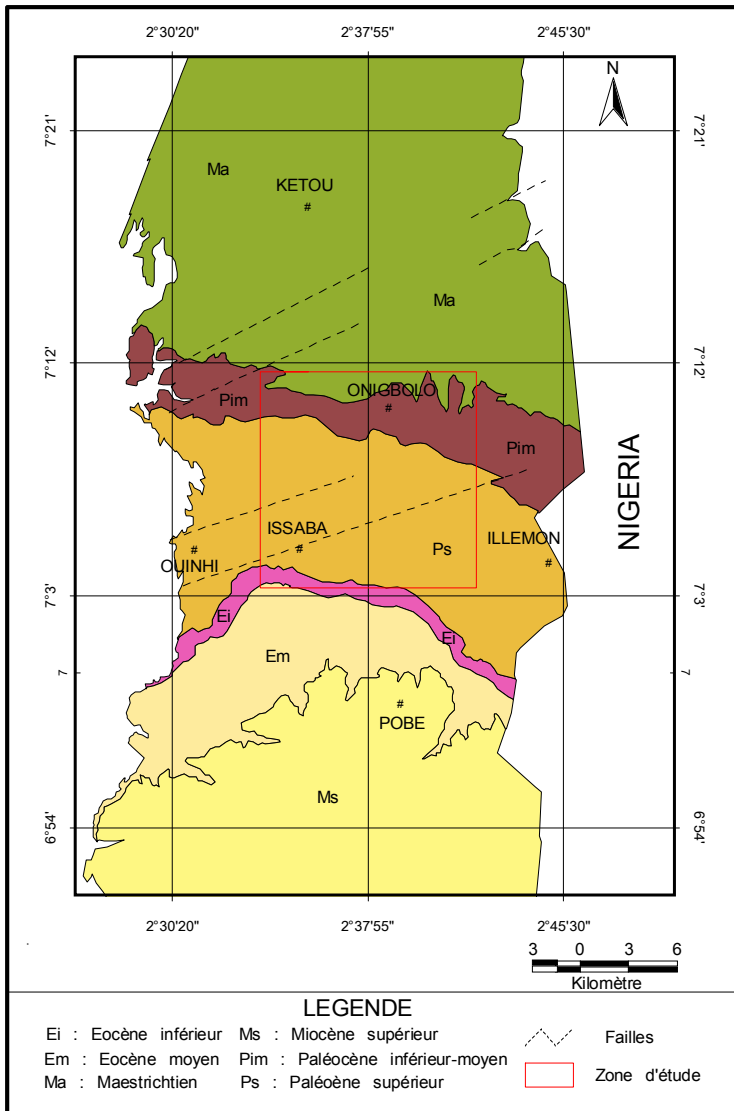


Figure 2 : Carte géologique de la zone d'étude (IRB, 1987 modifiée)  
 Figure 2: Geological map of the studied area (IRB, 1987 modified).

Le levé de coupes lithostratigraphiques de quelques fronts de taille et sondages de moins de 20m, situés à des points distants d'au moins 250m, dans la carrière de l'Usine de la

Cimenterie a permis de présenter un log synthétique des sédiments d'âge Paléocène à Eocène existant au niveau de la carrière (Figure 3) :

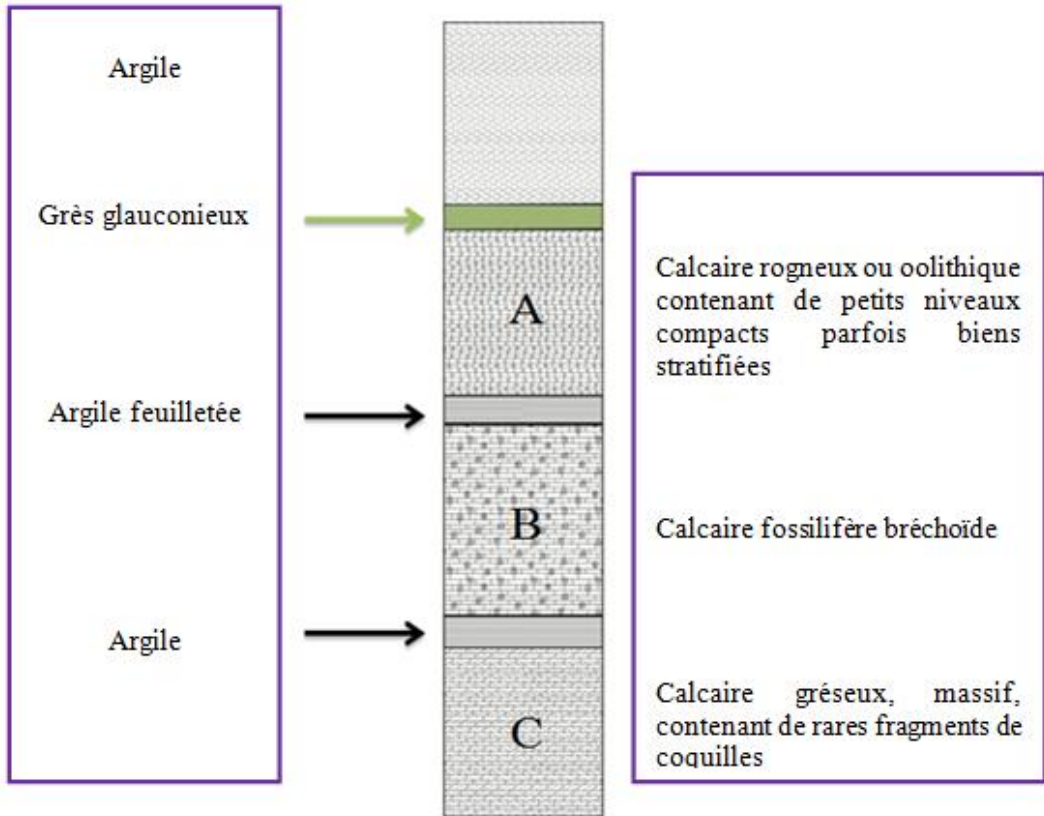


Figure 3 : Log synthétique des fronts de taille de la carrière d'Onigbolo  
 Figure 3: Synthetic log of cut fronts of Onigbolo quarry.

✓ **La couverture argileuse**

C'est une couche d'argile feuilletée grise d'âge Eocène dont l'épaisseur augmente vers le sud (jusqu'à 13m). Elle est décapée lors de l'exploitation et sert d'ajout pour la fabrication du clinker.

✓ **L'horizon glauconieux**

C'est un mince niveau de sable glauconieux de 30 à 50 cm montrant une surface d'oxydation. Il recouvre le premier niveau calcaire (niveau A) par un contact discordant.

✓ **Formations calcaires**

Les études pétrographiques montrent que le gisement de calcaire d'Onigbolo présente différents faciès. En effet, une série de sondages d'exploration pouvant atteindre 20 mètres de

profondeur montre que le gisement de calcaire d'Onigbolo comprend trois (03) niveaux calcaires (A, B et C) séparés par deux (02) niveaux d'argile feuilletée (attapulгите) ou plastique :

- le niveau calcaire A : c'est un calcaire généralement rogneux contenant de petits bancs centimétriques à décimétriques, compacts et continus séparés par de fins niveaux argileux, parfois bien stratifiés. Il présente un faciès oolithique. On y observe des stratifications entrecroisées. Il a une puissance moyenne de 6m.

- le niveau calcaire B : c'est un calcaire bréchoïde très homogène, devenant légèrement plus grossier vers le sommet. On y observe

quelques formes fossiles et de nombreux fragments de coquilles (lamellibranches, gastéropodes, oursins...). Il a une épaisseur moyenne de 3m.

- le niveau calcaire C : il n'a été décrit qu'à la faveur du front de taille du Nord de la carrière, unique endroit où il est en exploitation. Il s'agit d'un calcaire gréseux, massif, refermant quelques coquilles.

Enfin, il convient de préciser que l'ensemble des formations présentent une structure monoclinale faiblement inclinée et décalée vers le Sud ou le Sud-est. Ce pendage et décalage des formations sont dus aux failles de direction ENE-WSW qui traversent la zone (M. Slansky 1962) (Figure 2).

## 2. METHODOLOGIE D'ETUDE

Elle peut se résumer en trois étapes :

**La 1<sup>ère</sup> étape** a consisté à faire la synthèse des informations relatives aux travaux antérieurs. Les différents centres de documentation et structures visités à ce sujet sont ceux du Département des Sciences de la Terre, de l'Agence Béninoise pour l'Environnement (ABE), de l'Office Béninois des Recherches Géologiques et Minières (OBRGM), de la

Direction Générale des Mines (DGM) et de la Mairie de Pobé.

**La 2<sup>ème</sup> étape** a débuté par une visite guidée du site de l'usine. Cette visite a permis de comprendre les étapes de la chaîne de production et d'identifier les composantes environnementales qui, de façon directe et indirecte, sont affectées par cette activité.

Pour évaluer les impacts de l'exploitation sur la qualité de l'eau de la zone, les résultats d'analyses physico-chimiques de deux (02) échantillons d'eau (EP<sub>1</sub> et EP<sub>2</sub>) préalablement prélevés dans l'arrondissement d'Issaba et analysés au Laboratoire de Contrôle de la Qualité des Eaux et Aliments (LCQEA) de la Direction Nationale de la Santé Publique (DNSP) ont été pris en compte dans notre travail (Takpiti, 2012). A titre complémentaire, trois (03) échantillons d'eau de consommation (EP<sub>3</sub>, EP<sub>4</sub> et EP<sub>5</sub>) ont été prélevés dans des bouteilles en plastique, conformément aux normes en vigueur. Ces nouveaux prélèvements ont été effectués en différents points tous géoréférencés à l'aide d'un GPS.

Les codes et coordonnées des points de prélèvement retenus pour cette étude sont indiqués dans le tableau I.

Tableau I : Données des points d'échantillonnage d'eau  
Table 1: Data of sampling points of water

N°	Types d'eau échantillonnée	Code d'échantillon	Village/Quartier	Coordonnées géographiques
1	Eau de forage	EP <sub>1</sub>	Onigbolo-Usine (Base-vie)	N 07°09'23'' E 02°39'12''
2	Eau de forage	EP <sub>2</sub>	ABBA	N 07°06'37'' E 02°37'96''
3	Eau de forage	EP <sub>3</sub>	Onigbolo-Village	N 07°11'30'' E 02°38'52''
4	Eau de forage	EP <sub>4</sub>	Onigbolo-Usine (Can BL)	N 07°10'13'' E 02°39'09''
5	Eau de surface (Eau du collecteur de l'usine)	EP <sub>5</sub>	Komi	N 07°08'36'' E 02°38'13''

Evaluation des impacts environnementaux liés à l'exploitation des calcaires et à la production de ciment à Onigbolo (sud-est du Bénin).

La 3<sup>ème</sup> étape a consisté à faire les analyses physico-chimiques des trois (03) échantillons d'eau prélevés au Laboratoire d'Hydrologie Appliquée (LHA) de l'Université d'Abomey-Calavi. Les paramètres essentiels, pour lesquels des normes internationales sont admises par l'OMS, ont été mesurés. Il s'agit du Potentiel

d'Hydrogène (pH), de la conductivité (CE), des ions majeurs ( $\text{Ca}^{2+}$ ,  $\text{Mg}^{2+}$ ,  $\text{HCO}_3^-$ ,  $\text{K}^+$ ), des ions mineurs ( $\text{Fe}^{2+}/\text{Fe}^{3+}$ ), des composés azotés ( $\text{NO}_3^-$ ,  $\text{NO}_2^-$ ), des composés phosphorés ( $\text{PO}_4^{3-}$ ) et des Solides Totaux Dissous (TDS). Les normes actuelles admises par l'OMS pour ces paramètres sont indiquées dans le tableau II :

Tableau II : Paramètres physico-chimiques d'une eau potable selon les normes OMS  
Table 2: Physico-chemical parameters of a clean water according to WHO standards

Eléments chimiques	Normes (OMS)
Potentiel d'hydrogène (pH)	6,5 - pH - 8,5
Conductivité (CE)	400 $\mu\text{Scm}^{-1}$
Solides Totaux Dissous (TDS)	1000 $\text{mg}^{-1}$
Nitrates ( $\text{NO}_3^-$ )	50 $\text{mg}^{-1}$
Nitrites ( $\text{NO}_2^-$ )	0,1 $\text{mg}^{-1}$
Ortho-Phosphores ( $\text{PO}_4^{3-}$ )	5 $\text{mg}^{-1}$
Fer (Fe)	0,3 $\text{mg}^{-1}$
Calcium ( $\text{Ca}^{2+}$ )	100 $\text{mg}^{-1}$
Magnésium ( $\text{Mg}^{2+}$ )	50 $\text{g}^{-1}$

## RESULTATS ET DISCUSSION

### ✓ Chaîne de production du ciment d'Onigbolo

Pour la production du ciment au niveau du complexe cimentier d'Onigbolo, différentes

opérations s'enchaînent à travers divers ateliers depuis la carrière jusqu'à l'ensachage. La chaîne de production, dont les différentes étapes ne seront pas commentées dans cet article, se présente suivant le schéma synoptique ci-après (Figure 4) :

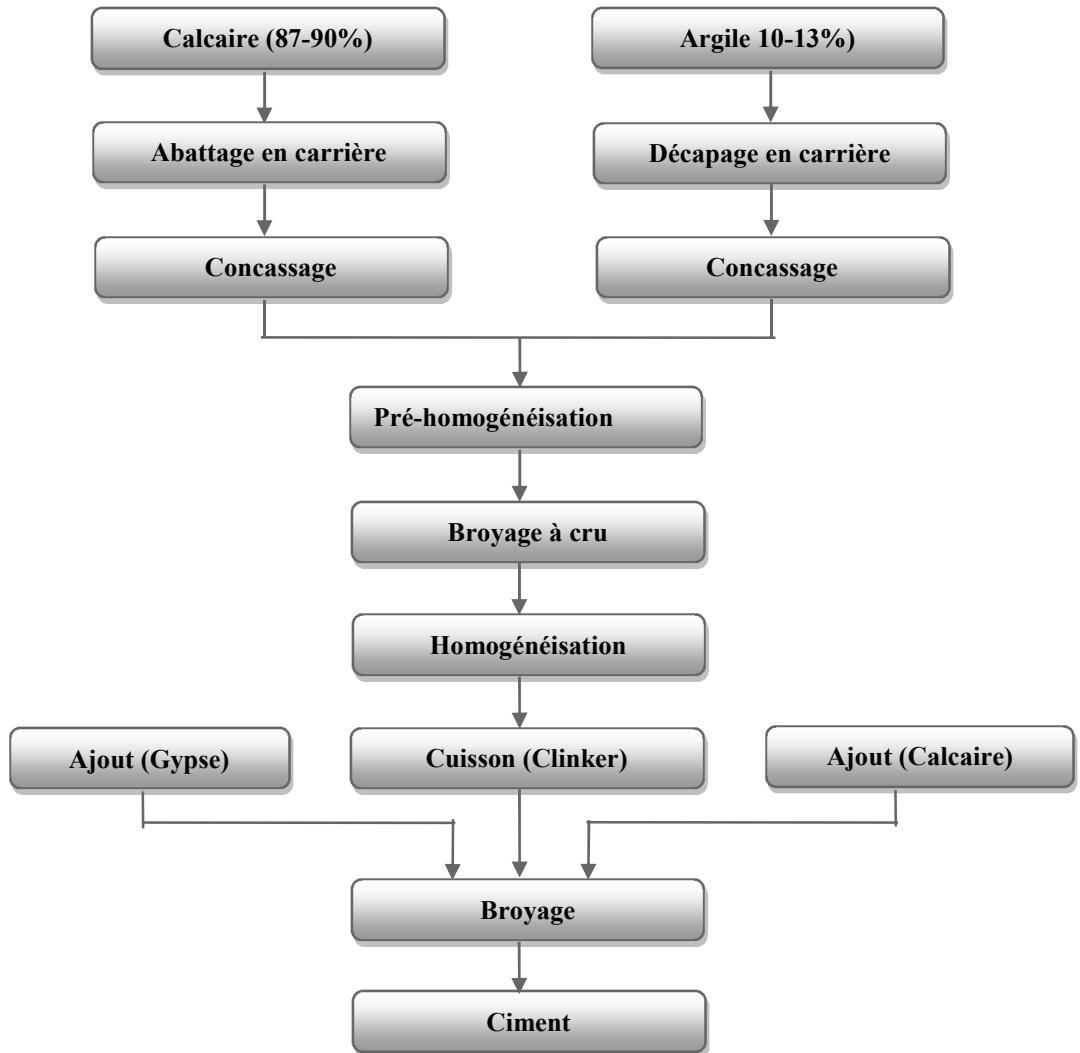


Figure 4 : Schéma de la chaîne de production du ciment  
 Figure 4: Flow chart for cement production

SCB-Lafarge dispose d'un laboratoire d'analyses et d'essais qui effectue des contrôles de qualité à diverses étapes de la fabrication du ciment. Un échantillon du mélange calcaire et argile en provenance du hall de pré-homogénéisation est analysé chaque jour, de même que le clinker et les ciments à ensacher afin de guider les différents ateliers pour la fabrication d'un produit répondant aux normes de la qualité.

Notons qu'à la SCB-Lafarge, trois qualités de ciment sont produites dans les proportions suivantes :

- CEM-I 42,5 N : clinker 93.5% ; calcaire 3% ; gypse 3.5%, ciment vendu aux entreprises du Bâtiment et des Travaux Publics (BTP).
- CPJ-35 : clinker 75.5% ; calcaire 20% ; gypse 4.5% vendu a tousau Bénin.
- CEM-II A/L 32,5 R: clinker 79.5% ; calcaire 16% ; gypse 3.5% exporté vers le Nigéria.

## Evaluation des impacts environnementaux liés à l'exploitation des calcaires et à la production de ciment à Onigbolo (sud-est du Bénin).

### ✓ **Evaluation des impacts environnementaux de l'exploitation**

L'exploitation des calcaires d'Onigbolo induit directement ou indirectement, à moyen ou à long terme des impacts sur plusieurs composantes environnementales. Au nombre de celles-ci, on peut citer : l'air, l'eau, la faune, la flore et le milieu humain. Les différentes sources de pollution identifiées au cours de l'exploitation sont liées soit aux travaux en carrière (chargement et la circulation des dumpers dans la carrière), soit au processus de production (broyeurs, four, huiles à moteur, eaux usées, etc.).

#### • **Impacts sur l'air**

Visiblement, l'atmosphère est l'une des

composantes environnementales les plus affectées par l'exploitation de calcaire d'Onigbolo. En effet, la poussière liée aux travaux d'abattage et de transport de la matière première rocheuse par les dumpers ; la vétusté du broyeur (Photo 1) ; le système d'ensachage du ciment, etc., polluent l'air ambiant. A cela s'ajoutent les émissions de gaz asphyxiants et toxiques au niveau de l'usine. Comme gaz asphyxiants, on note le dioxyde de carbone ( $\text{CO}_2$ ) qui provient du fonctionnement des moteurs et comme gaz toxiques on peut citer le monoxyde de carbone ( $\text{CO}$ ) qui provient des fumées des engins; le nitrite ( $\text{NO}_2$ ), le dioxyde de soufre ( $\text{SO}_2$ ) et les composés organiques volatils (COV) qui sont émis au cours de la combustion du gas-oil et des opérations de tirs.



Photo 1 : Vue montrant la poussière rejetée dans l'atmosphère par le broyeur.

Photo 1: Sight showing the dust rejected in the atmosphere by the grinder.

#### • **Impacts sur l'eau**

Certains caniveaux de drainage des eaux de pluies convergent vers le collecteur construit par l'usine pour drainer les eaux usées, ce qui fait qu'en période de pluie, une grande quantité d'eau est drainée vers l'exutoire et crée par conséquent des inondations à ce niveau. Ce fait

est à déplorer car ces inondations touchent à la fois les habitats et les terres agricoles aménagées à proximité du site d'exploitation. Les résultats des analyses physico-chimiques réalisées avec des échantillons d'eau sont présentés dans le tableau ci-dessous :

Tableau III : Résultat des analyses physico-chimiques des échantillons d'eau.  
 Tableau 3: Result of physico-chemicals analyses of water samples.

<b>Param. Ech.</b>	<b>Ph</b>	<b>Cond (<math>\mu\text{Scm}^{-1}</math>)</b>	<b>TDS (<math>\text{mgL}^{-1}</math>)</b>	<b><math>\text{NO}_3^-</math> (<math>\text{mgL}^{-1}</math>)</b>	<b><math>\text{NO}_2^-</math> (<math>\text{mgL}^{-1}</math>)</b>	<b><math>\text{PO}_4^{3-}</math> (<math>\text{mgL}^{-1}</math>)</b>	<b>Fe (<math>\text{mgL}^{-1}</math>)</b>	<b><math>\text{HCO}_3^-</math> (<math>\text{mgL}^{-1}</math>)</b>	<b><math>\text{K}^+</math> (<math>\text{mgL}^{-1}</math>)</b>	<b><math>\text{Ca}^{2+}</math> (<math>\text{mgL}^{-1}</math>)</b>	<b><math>\text{Mg}^{2+}</math> (<math>\text{gL}^{-1}</math>)</b>
<b>EP1*</b>	7,791	69,1	-	5,28	0,0198	0,58	0,03	36,6	-	8,82	1,46
<b>EP2*</b>	7,105	104,6	-	3,08	0,0066	0,35	1,76	42,7	-	8,82	3,89
<b>EP3°</b>	6,01	31,4	15,4	1,5	0,012	0,06	0,064	12,81	0,5	2,64	0,69
<b>EP4°</b>	6,27	35,7	17,8	0,7	0,021	0,05	0,002	11,6	0,6	1,84	1,01
<b>EP5°</b>	6,95	131,1	65,7	4,1	0,169	0,22	0,097	62,22	1,5	17,04	4,1
<b>Normes (OMS)</b>	6,5 8,5	400	1000	50	0,1	5	0,3	-	-	100	50

\*échantillons analysés précédemment (Takpiti, 2012).

°échantillons analysés dans le cadre de cette évaluation.

## Evaluation des impacts environnementaux liés à l'exploitation des calcaires et à la production de ciment à Onigbolo (sud-est du Bénin).

Ainsi, on constate que le pH de ces eaux varie entre 6 et 7,8. Le pH étant un facteur d'investigation de l'acidité ou de l'alcalinité d'une eau, les valeurs obtenues sont acceptables et proches celles obtenues auparavant par Takpiti (2012).

La teneur en nitrites de ces eaux varie de 0,012 mg<sup>l</sup><sup>-1</sup> à 0,169 mg<sup>l</sup><sup>-1</sup> alors que la teneur guide est fixée à 0,1 mg<sup>l</sup><sup>-1</sup> (OMS, 2004). Les échantillons EP1, EP2, EP3 et EP4, prélevés au grâce à des forages, respectent les normes OMS tandis que l'échantillon EP5, prélevé au niveau du collecteur, dépasse largement la norme fixée par l'OMS avec une valeur de 1,69 mg<sup>l</sup><sup>-1</sup>. Malheureusement, l'eau de ce collecteur est utilisée par la population vivant à proximité pour satisfaire divers besoins. Le nitrite étant toxique pour l'organisme humain à cause de son pouvoir oxydant, l'échantillon EP5 représente une eau impropre à la consommation.

Pour ce qui est des nitrates, leurs teneurs varient de 0,7 mg<sup>l</sup><sup>-1</sup> à 5,28 mg<sup>l</sup><sup>-1</sup>. Le taux normal étant fixé à 50 mg<sup>l</sup><sup>-1</sup>. Bien que les nitrates n'aient pas d'effets toxiques directs sauf à des doses élevées, le fait qu'ils puissent donner naissance à des nitrites conduit à une toxicité. Ainsi, les eaux analysées à l'exception de l'échantillon EP5 sont, du point de vue physico-chimique, sans danger sur la santé de la population d'Onigbolo.

Quant aux autres éléments chimiques, ils ne présentent aucun danger sur la santé de l'homme. Selon leurs teneurs, ils jouent sur la couleur et le goût de l'eau.

De tout ce qui précède, nous pouvons dire que les activités de l'usine d'Onigbolo semblent ne pas avoir d'impact négatif sur la qualité des eaux de forage mais l'usine produit une eau usée qui est jusque-là déversée sans traitement spécifique dans le collecteur (Photo 2).



Photo 2 : Vue montrant le collecteur des eaux usées de l'usine.  
Photo 2 : Sight showing the sewer of the factory used waters.

Bien que cette eau ne soit pas consommable notamment à cause de sa teneur en nitrites, elle est, par pure ignorance, utilisée par la population vivant à côté du collecteur pour satisfaire certains besoins (Photo 3).



Photo 3: Vue montrant l'extrémité du collecteur et l'utilisation faite des eaux usées par les résidents de la localité.

Photo 3: Sight showing the extremity of the sewer and the used water utilization made by the residents of the area.

- **Impacts sur le sol et la flore**

Le sol et la flore sont affectés par les opérations d'exploitation. L'impact majeur concerne la pollution des sols par les huiles à moteurs non recyclées provenant des vidanges d'engins. Aussi, les travaux préparatoires et le décapage de la couche d'argile constituent les principaux moments où on assiste à la destruction d'une bonne partie du couvert végétal. Nonobstant, des déchets solides constitués surtout de calcaire et d'argile sont progressivement reversés en divers points de la carrière pour sa restauration partielle.

En somme, pour une exploitation plus protectrice de l'environnement, il importe de : (1) remplacer progressivement les filtres du broyeur en attendant d'acquérir des matériels de nouvelle génération moins polluants; (2) traiter,

de manière adéquate, les eaux usées de l'usine afin de régler les problèmes d'assainissement ; (3) installer un système de drainage des eaux usées préalablement recyclées ainsi que des eaux de pluie pouvant inonder la carrière et les collecter en un lieu isolé des populations environnantes. En effet, l'usine produit des eaux usées drainées à l'extérieur par un collecteur et les analyses physico-chimiques effectuées sur ces eaux ont révélé qu'elles sont impropres à des usages domestiques.

## CONCLUSION

Comme toute activité industrielle, l'exploitation du calcaire dans la zone génère des problèmes environnementaux. Cette étude a montré que l'exploitation du gisement de calcaire par la

## Evaluation des impacts environnementaux liés à l'exploitation des calcaires et à la production de ciment à Onigbolo (sud-est du Bénin).

société SCB-Lafarge dans la commune de Pobè n'est pas sans inconvénients sur certaines composantes environnementales. Les impacts environnementaux majeurs liés à cette activité portent la pollution atmosphérique (rejet de CO<sub>2</sub> et de poussière) et la pollution des eaux de surface situées à proximité de l'usine par les eaux usées ayant une teneur élevée en nitrite

NO<sub>2</sub><sup>-</sup>. Aussi, les analyses physico-chimiques ont révélé que la qualité des eaux souterraines (eaux de puits ou de forage) n'est pas été affectée par l'exploitation. Présentement, des dispositions sont progressivement prises pour améliorer la qualité de la production afin de réduire considérablement les impacts environnementaux liés à cette exploitation industrielle.

### REMERCIEMENTS :

Les auteurs remercient très sincèrement le Directeur de l'usine pour avoir autorisé la visite guidée du complexe cimentier du groupe SCB-Lafarge sans laquelle cette étude n'aurait pas abouti. C'est le lieu de remercier la Responsable de la carrière, le Responsable de la production

ainsi que tout le staff de l'usine pour leur disponibilité. Enfin nous remercions les Autorités locales et toute la population de la localité d'Onigbolo pour l'attention accordée durant les travaux de terrain effectués.

### REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

1. AGENCE BENINOISE POUR L'ENVIRONNEMENT (ABE), 1999. *Loi n°98-030 du 12 Février 1999 portant loi-cadre sur l'environnement en République du Bénin*. 66p.
2. BIO LOKOTO A., 1991. Biostratigraphie et milieu de dépôts dans le bassin sédimentaire côtier béninois du Maestrichtien à l'Eocène inférieur (carrière d'Onigbolo et sondage de Ouinhi). *Mémoire de DEA, Université de Dijon*.
3. COMMUNE DE POBE, 2005. *Programme de Développement Communal*. 69p.
4. INSAE, 2008. Monographie de la commune de Pobè. *Rapport d'étude, INSAE, Cotonou, Bénin*, 104p.
5. INSTITUT DE RECHERCHE BRED (IRB), 1986. *Etude de la cartographie géologique et prospection minière de Reconnaissance au Sud du 8ème parallèle. Première phase*, 111p.
6. OFFICE BENINOIS DES MINES (OBEMINES), 1989. Notice explicative de la carte géologique au 1/200.000 : feuille Pira-Savè, Abomey-Zagnanado et Lokossa-Porto-Novo. *Mémoire 3. Cotonou, Bénin*.
7. OMS, 2004. Directives de qualité pour l'eau de boisson. *OMS, Genève*, 110p.
8. OUMAROU K., 2013. Les gisements de calcaire dans le département du plateau : caractéristiques géologiques, mise en valeur et perspectives. *Mémoire de Master en « Géosciences et Applications »*. UAC, 74p.
9. SLANSKY M., 1962. Contribution à l'étude géologique du Bassin Sédimentaire Côtier du Dahomey et du Togo. *Mémoires du Bureau de Recherches Géologiques et Minières n°11. Paris 7è, Technip*, 270p.
10. TAKPITI S., 2012. Etats de pollutions des eaux destinées à la consommation dans la commune de Pobè, conditions d'améliorations. *Mémoire de Licence Professionnelle en Hydrologie*. UAC, 84p.