



NATIONS UNIES

CONSEIL ECONOMIQUE ET SOCIAL



Distr. : LIMITEE

ECA/SDD/CSD.3/4

15 septembre 2003

FRANÇAIS

Original : ANGLAIS

---

**COMMISSION ECONOMIQUE POUR L'AFRIQUE**

**Troisième réunion du Comité du développement durable**

**Addis Abeba, Ethiopie**

**7-10 octobre 2003**

**Rapports thématiques sur la mise en valeur des ressources  
naturelles en Afrique :**

**LES DEFIS TECHNOLOGIQUES DE L'EXPLOITATION  
MINIERE ARTISANALE EN AFRIQUE**

**Table des matières**

	<b>Page</b>
<b>Résumé</b>	
<b>Introduction .....</b>	<b>1</b>
<b>Pris au piège de la pauvreté.....</b>	<b>2</b>
<b>Mise au point de technologies respectueuses de l'environnement.....</b>	<b>4</b>
<b>Améliorer l'assimilation des technologies .....</b>	<b>7</b>
<b>Facilitation de l'accès aux technologies.....</b>	<b>8</b>
<b>Coopération plutôt que confrontation.....</b>	<b>9</b>
<b>Recherche – développement (R – D) : Le maillon manquant .....</b>	<b>11</b>
<b>Implication pour l'Etat : Défis à relever .....</b>	<b>13</b>
<b>Références .....</b>	<b>15</b>

## Résumé

Les études de cas examinées dans le présent document laissent apparaître que la conception et la diffusion des techniques appropriées à l'exploitation minière à petite échelle, ont fait l'objet de nombreuses tentatives dans plusieurs régions d'Afrique. A toute petite échelle, ces techniques ont contribué à améliorer la productivité et à réduire les incidences localisées sur l'environnement. Toutefois, au niveau macroéconomique, les résultats sont moins encourageants. Un grand nombre de problèmes continuent de se poser dans ce secteur, pour diverses raisons. On peut, entre autres, citer la méconnaissance du problème; la nature ponctuelle de certains programmes initiés pour développer le secteur; le manque de financement et d'infrastructures au niveau local pour soutenir la recherche, le développement et la mise en place des techniques appropriées; ainsi que la médiocrité du cadre de diffusion et d'assimilation des techniques. Mais surtout, ces tentatives ont été isolées, à caractère très technique. La plupart du temps, des variables sociales et technico-économiques importantes ont été ignorées.

Tout en reconnaissant que la technologie joue un rôle important dans l'amélioration de la productivité de l'exploitation minière à petite échelle, le présent document propose de nouvelles mesures pour rendre ce secteur plus viable. Celles-ci s'articulent autour d'une vision globale, multidisciplinaire et axée sur les populations qui est fondée sur l'idée que l'exploitation minière artisanale et à petite échelle est une activité essentiellement limitée et mue par la pauvreté.

*Mots clefs:* Exploitation minière à petite échelle; technologie; environnement; impact; pauvreté; productivité; viable; sources de revenus; approprié; autres.

## Introduction

1. Malgré les nombreuses tentatives faites par plusieurs pays pour aider les petits exploitants et les artisans miniers, donner un caractère officiel à leurs activités et en stimuler la croissance<sup>1</sup>, de nombreux problèmes de viabilité se posent. Le contexte juridique et réglementaire est peu approprié, et la productivité faible. Cette situation est aggravée par l'application de techniques rudimentaires et inadéquates qui, à leur tour, influent sur les capacités de générer des revenus. Parmi les autres problèmes, on peut citer l'éloignement des principaux centres de développement économique (D'Souza, 2002), qui empêche l'exploitation minière à petite échelle d'être reconnue comme un important secteur de l'économie, les effets néfastes sur l'environnement<sup>2</sup>, la santé (dont notamment le VIH/SIDA), les risques professionnels et les troubles socioculturels permanents (hausse de la criminalité et de la contrebande, multiplication des conflits fonciers<sup>3</sup>, prostitution et alcoolisme généralisés, travail des enfants, etc.). Toutefois, le sous-secteur attire beaucoup de personnes notamment des zones rurales. Selon les estimations de l'Organisation internationale du travail (OIT, 1999), sur près de 13 millions de personnes engagées dans l'exploitation minière à petite échelle, l'Afrique compte 3 à 3,7 millions de personnes directement engagées dans cette activité. On peut classer les mineurs artisanaux, ou travaillant dans de petites exploitations, en quatre groupes (Weber-Fahr, M. et al, 2001)<sup>4</sup>, à savoir, les permanents, les saisonniers, les mineurs mus par la pauvreté et les chercheurs d'or.

<sup>1</sup> Dans le présent document, les termes "Exploitation minière artisanale et à petite échelle" et "exploitation minière à petite échelle" ont le même sens. De même, les termes "mineurs", "petits exploitants et artisans miniers" de même que "petits exploitants miniers" sont interchangeables.

<sup>2</sup> Ces effets comportent notamment la Dégradation des terres et l'érosion des sols, l'ensablement des fleuves, la destruction des lits des fleuves et des berges, notamment dans le secteur de l'extraction par dragage; l'exhaure acide, la déforestation, les puits non protégés, les tranchées et autres excavations ainsi que la pollution par le mercure et le cyanure. L'utilisation du mercure pour la fusion de l'or est considérée comme le plus grand problème causé par l'exploitation minière à petite échelle à l'environnement et à la santé. Selon le 'Mining Environmental Management News' (du 22 mai 2003) par exemple, l'Institut 'Evandro Chan gas Research' du Brésil, un centre de recherche sur les maladies tropicales, a trouvé que les niveaux de contamination par mercure étaient élevés chez les nouveaux-nés de trois hôpitaux de la ville d'Itaituba, en Amazonie. Près de 60% des 1 666 bébés nés en 2002 dans ces trois hôpitaux avaient 80 ppm de mercure dans le sang, soit 50 ppm de plus que le niveau acceptable fixé par l'Organisation mondiale de la santé. La contamination serait due à l'extraction d'or dans les fleuves de la région et leurs alentours pendant les années 80. Au cours de ces années, la région d'Itaituba produisait beaucoup d'or. Même si la plupart des activités d'extraction minière ont cessé, le problème demeure. Selon des estimations de l'Agence brésilienne chargée de la production minière, environ 600 tonnes de mercure se seraient déposées dans le Tapajos, l'un des plus grands affluents de l'Amazone, sur dix ans. La majeure partie de ce mercure a été introduite dans la chaîne alimentaire par le poisson.

<sup>3</sup> Dans la page d'accueil du CRDI (<http://www.idrc.ca/books/899/003into.htm>), voir l'introduction à l'ouvrage intitulé *Cultivating Peace: Conflict and collaboration in Natural Resource Management* (édité par Daniel Buckles) pour les débats généraux sur les conflits liés à l'utilisation des ressources naturelles.

<sup>4</sup> Selon MM. Weber-Fahr et al (Weber-Fahr et al, 2001), "de petits exploitants et artisans miniers sont engagés toute l'année dans cette activité, pendant presque toute la durée de leur vie productive et ils ont souvent des revenus sensiblement plus élevés que ce qu'ils auraient tiré d'autres activités. De même, l'exploitation minière artisanale et à petite échelle saisonnière peut être une source de revenus régulière, qui peut souvent durer toute la vie, dans le cadre d'une activité saisonnière. Parce que les revenus générés vont au-delà de la subsistance, l'épargne découlant des activités minières peut être considérée comme une importante source de financement pour le développement d'autres affaires. Par contre, l'activité minière mue par la pauvreté est pratiquée par une population essentiellement itinérante, sans éducation avec très peu d'alternatives d'emploi, issue la plupart du temps d'autres secteurs et sans emploi. Les mineurs se retrouvent donc prisonniers d'un cercle vicieux qui ne leur rapporte que de faibles revenus. Enfin, la ruée vers l'or, n'est souvent qu'une concentration à court terme, de petits exploitants et artisans miniers qui quittent leur région ou leurs occupations traditionnelles, attirés par la promesse d'une activité très lucrative, qui la plupart du temps ne se réalise pas. Dans cette catégorie de mineurs, très peu réussissent, faute de perspectives à long terme».

2. La plupart du temps, en l'absence d'autres activités génératrices de revenus, les petits exploitants miniers cèdent à la tentation de s'enrichir rapidement. Ils extraient souvent des minéraux de grande valeur et de faible volume tels que de l'or et les pierres précieuses, qui se négocient à bon prix et s'écoulent facilement, même si, faute d'accès aux marchés et à l'information, nombre d'entre eux se font souvent exploiter par les intermédiaires.

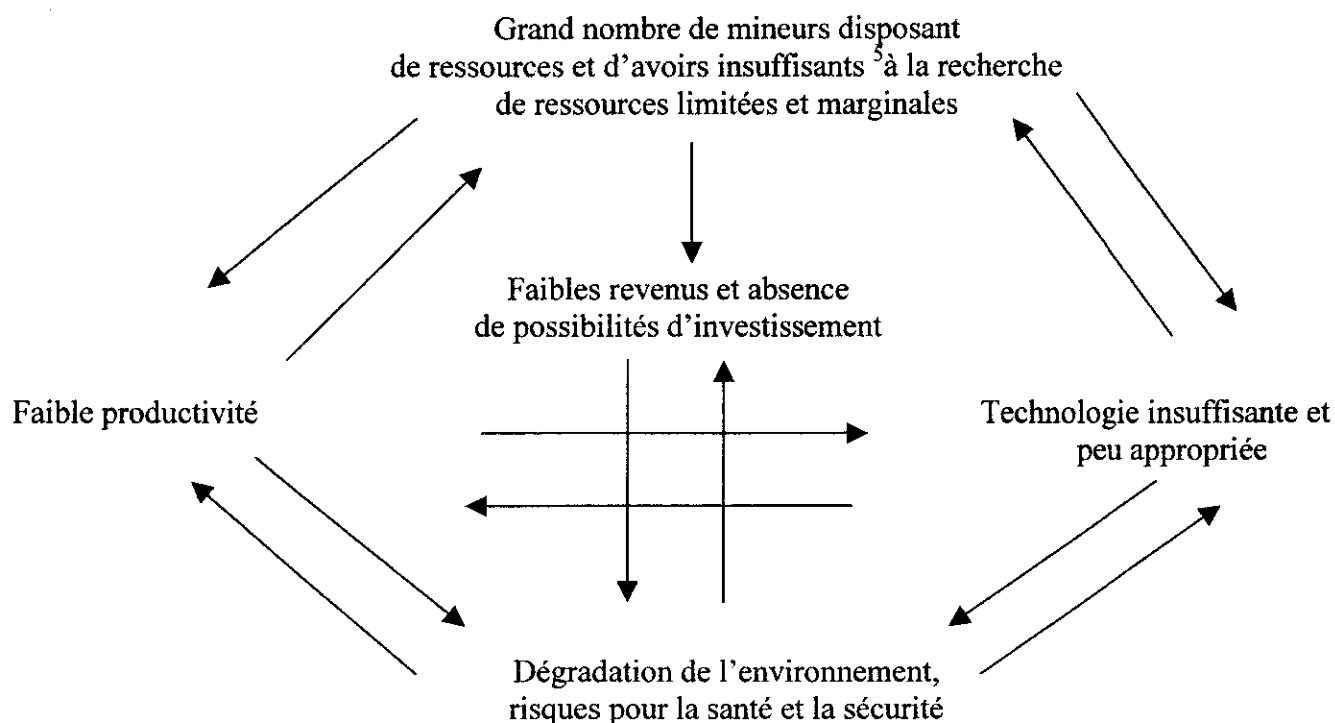
3. Le présent document donne un aperçu des exigences et du profil de l'exploitation minière à petite échelle et il examine un grand nombre de programmes destinés à faciliter l'accès des petits exploitants miniers aux technologies. Il identifie également plusieurs techniques mises au point pour améliorer la productivité des activités dans ce domaine et pour limiter leur impact sur l'environnement. Il s'agit de techniques solides (pouvant supporter les rigueurs de l'environnement local), souples, simples, peu coûteuses et accessibles, qui ont déjà donné des résultats tangibles. Enfin, il tente de tirer des leçons, d'identifier les facteurs de succès et de recommander des mesures et des stratégies pour un meilleur développement, pour la diffusion des technologies appropriées dans le domaine de l'exploitation minière artisanale et à petite échelle et pour encourager les progrès dans ce sous-secteur en général. Les études de cas présentées (encadrés 1 à 10) sont tirées du «Manuel sur les meilleures pratiques dans le domaine de l'exploitation minière à petite échelle en Afrique», (ECA, 2002).

### **Pris au piège de la pauvreté**

4. De plus en plus de personnes se tournent vers l'exploitation minière artisanale pour subsister. Dans la plupart des cas, cette démarche est provoquée par la crise économique et les effets de l'ajustement structurel, puisque, notamment en Afrique subsaharienne, ces derniers ont entraîné une augmentation du chômage et les suppressions d'emploi dans les grandes sociétés minières suite à un effondrement des prix des minéraux. En outre, les sources de revenus se raréfient dans les zones rurales, et tout particulièrement celles qui sont touchées par les catastrophes naturelles (notamment les sécheresses et les inondations) et par les désastres causés par l'homme.

5. D'après le Programme des Nations Unies pour le développement (PNUD, 1999), dans le secteur de certaines régions artisanales, l'augmentation du nombre de mineurs dotés d'un capital humain et social insuffisant et ne disposant que de ressources limitées et marginales fait baisser la productivité et le revenu par habitant, ce qui affecte les choix technologiques possibles. Opérant à partir d'une assise financière et d'avoirs faibles, la plupart des activités de ce secteur sont rudimentaires et n'ont recours qu'à un petit nombre d'engins mécaniques (pelles, houes, piques et charrettes sont les outils les plus communément utilisés). En cas de mécanisation, le matériel et les techniques sont inefficaces et présentent des risques pour l'environnement et les mineurs. En conséquence, la productivité, les quantités de minéraux extraites et les rendements restent faibles, tandis que les revenus sont comparables à ceux d'activités de subsistance. Ce qui empêche la recapitalisation et l'amélioration des activités extractives et maintient les petits exploitants miniers dans le cercle vicieux de la pauvreté (voir figure 1).

**Figure 1 : Le piège de la pauvreté de l'exploitation minière artisanale**



*Tiré du PNUD (PNUD, 1999)*

6. On a en outre noté (PNUD, 1999) que l'échec des mesures juridiques et réglementaires n'a fait qu'aggraver la situation, notamment parce que les gouvernements n'ont pas su reconnaître et officialiser le sous-secteur. Parce qu'ils ne sont pas assurés de disposer de terres ou d'avoir accès à des ressources minières de qualité, les mineurs ne peuvent générer de ressources suffisantes ni utiliser leurs droits tréfonciers comme gage pour se financer ou s'associer à d'autres partenaires mieux lotis. Il leur est en outre difficile d'accéder aux ressources financières, les banques et les autres agences de financement hésitant à accorder des prêts ou autre assistance financière à un sous-secteur non réglementé. La pandémie du VIH/SIDA n'a fait qu'aggraver le problème.

7. Les ressources disponibles font l'objet de conflits d'intérêt et de pressions grandissantes, ce qui limite la capacité des gouvernements d'intervenir. La plupart du temps, lorsque ces derniers sont intervenus, ils n'ont pas tenu compte du caractère limité, ni du niveau de pauvreté de l'exploitation minière artisanale et se sont plutôt attelés à promouvoir, sans succès, des méthodes purement techniques et isolées, pour trouver des solutions aux problèmes du sous-secteur.

<sup>5</sup> Il s'agit d'avoirs naturels (comme par exemple la terre ou l'accès à la terre ou aux biens fonciers) ou sociaux (comme par exemple le capital humain et social).

### Mise au point de technologies respectueuses de l'environnement

8. La gravité de l'impact de l'exploitation minière à petite échelle sur l'environnement impose des choix technologiques bien pesés, effectués selon un processus d'évaluation approprié, tel que le programme d'évaluation des écotecnologies. Le Manuel technique des outils de gestion de l'environnement à des fins d'analyse des décisions<sup>6</sup> du Programme des Nations Unies pour l'environnement (PNUE), définit le Programme d'évaluation des écotecnologies comme un outil d'analyse intégré et global, destiné à s'assurer de la viabilité des processus de prise de décisions conceptuelles et stratégiques concernant le choix, l'adoption, la mise en œuvre et l'utilisation des technologies. Ces évaluations devraient permettre d'examiner graduellement et de manière souple les raisons ayant conduit à proposer telle ou telle technologie; d'identifier des principes directeurs et des normes; d'analyser et de décrire les options technologiques ou les alternatives; de rechercher ou d'évaluer l'efficacité technique; d'identifier les responsables et les processus de prise de décisions; d'identifier les incidences ou les changements intervenus; d'entreprendre une évaluation des incidences ou des risques; de prendre des mesures et d'établir un cadre de mise en œuvre et de suivi.

9. Malheureusement, les faits ont prouvé que les programmes d'évaluation des écotecnologies ont rarement été appliqués dans les programmes technologiques d'exploitation minière à petite échelle. Lors de la conception et de la mise en œuvre de ces programmes, on s'est aperçu notamment que les mineurs engagés dans l'exploitation minière à petite échelle n'étaient guère consultés et que la concertation et la participation à leur niveau était presque inexistante. Cela est pourtant nécessaire pour que le groupe cible accepte mieux les nouvelles technologies. Des efforts ont néanmoins été déployés dans de nombreux pays, pour mettre en place des technologies respectueuses de l'environnement. Nous en avons pour preuve à titre d'illustration, les encadrés sur les cornues du mercure (encadré 1), les tables à secouer (encadré 2) et les sluices (encadré 3) ci-après.

### **Encadré 1 : Cornue ThermEx – Ghana et Tanzanie**

Les mineurs artisanaux utilisent le mercure pour récupérer l'or, sans aucune mesure de protection, malgré les dangers de cette opération pour la santé de l'homme et pour l'environnement. L'avantage du mercure réside dans le fait qu'il est facilement disponible, peu cher et efficace pour récupérer les fines particules d'or.

La cornue ThermEx est probablement la première cornue en verre jamais produite disponible sur le marché. Elle est compacte, ses dimensions sont comparables à deux paquets de cigarettes et elle pèse environ 1 kilogramme. Elle a été essayée avec succès en Tanzanie et au Ghana où elle est actuellement largement commercialisée. Le prix de vente recommandé est de 520 dollars. Les producteurs de la société ThermEx reconnaissent qu'outre l'impact sur l'environnement provoqué par le chauffage de l'amalgame en plein air, les mineurs perdent jusqu'à 12% de l'or pendant le processus de combustion de l'amalgame. On pense que ces pertes sont dues :

- a) Aux projections au moment de la fusion ;
- b) A l'incrustation de l'amalgame dans d'autres surfaces métalliques (récipients et pelles utilisées pendant la combustion);
- c) A la manipulation des petites perles;
- d) Au dragage de l'or par la vapeur de mercure.

La cornue en verre de ThermEx permet aux mineurs de suivre l'intégralité du processus de séparation du mercure et de l'or à partir du mélange. Elle présente entre autres avantages que :

- a) Le temps de chauffage est plus court que celui d'une cornue métallique (7-12 minutes);
- b) Contrairement aux cornues métalliques où l'or devient plus foncé à cause de sa réaction au fer, dans la cornue en verre, le minerai ne change pas de couleur;
- c) Les pertes en minéraux sont moins importantes que dans les cornues métalliques où l'or s'infiltré dans les surfaces.



### **Encadre 2 : La table à secousses du Service géologique britannique**

Les tables à secousses sont des appareils simples composés d'une plate-forme équipée de riffles parallèles qui sont efficaces pour le traitement de matériaux dont la taille varie entre 3mm (millimètres) et 50µm (microns) et qui permettent de récupérer jusqu'à 90% du poids de l'or de cette dimension (Appleton et Williams, 1998). La séparation par gravité est obtenue en secouant la table dans le sens de la longueur, ce qui permet aux minerais lourds de se déplacer le long des riffles jusqu'au bout de la plate-forme et de cribler, au-dessus des riffles, des minéraux de poids inférieur.

La table à secousses du Service géologique britannique (Appleton et Williams, 1998) a été conçue et essayée avec des minerais provenant de zones d'exploitation minière artisanale des Philippines. De conception simple, cette plate-forme à riffles est fabriquée avec les matériaux les plus facilement accessibles et son mécanisme est manuel. Elle comporte un cadre et une base d'appui en bois ainsi qu'une surface plane en formica rendu légèrement rugueux à l'aide de papier abrasif mouillé et sec. Le mécanisme de commande comprend un embrayage de bicyclette, des houes et des chaînes et il permet de démultiplier la commande manuelle. Pour obtenir le mouvement alternatif nécessaire pour secouer la table, on a recours à une came excentrique, qui est rattachée à la table à secousses grâce à une rotule universelle. La rotation de la manivelle à la vitesse d'un tour par seconde produit un mouvement longitudinal d'environ 300 coups par minute, ce qui convient pour la séparation de particules fines. Il se produit alors un effet de «cliquetis» qui est obtenu en lâchant brusquement le ruban de caoutchouc le plus épais, qui est tiré par la came excentrique. Ce modèle simple est complété par une inclinaison de la plate-forme, contrôlée par le blocage du soubassement. L'eau de lavage est fournie au moyen d'un tuyau en plastique et par des tuyaux de drainage en plastique bien cloisonnés pour recueillir les résidus et les concentrés. Les essais sur le terrain ont prouvé que, bien installée, cette table à secousses toute simple, peut recueillir de fines particules d'or. On en a pour preuve, la collecte de fines particules d'or à partir des résidus recueillis par les mineurs où la taille des particules ne dépassait pas 30 µm. Les mineurs ayant actionné la table ont été impressionnés par sa performance, ce qui est important pour la diffusion des technologies. Sur la base des résultats des essais sur le terrain, une méthode plus globale associant trois processus, à savoir le criblage pour séparer les fines particules de la vase; le criblage sur sluices et le traitement sur une table à secousses a été recommandée.

### Encadré 3 : Sluice – Projet d'exploitation minière du bassin du fleuve Insiza – Zimbabwe

Le sluice est un équipement de traitement de l'or très ancien, qui avait été décrit par Agricola (1556) dans son fameux livre « De Re Metallica ». La récupération de 98% de particules d'or de plus de 100 µm a été possible grâce à des sluices bien conçus et exploités (Appleton et Williams, 1998). Cela a été démontré dans un projet financé par l'Agence allemande de coopération technique (GTZ), géré par le Département d'études minières de l'Université du Zimbabwe et exécuté par le Conseil du district rural d'Insiza au Zimbabwe. L'amélioration de la conception des sluices a porté la productivité à environ 4 tonnes par mineur/équipe et la récupération à environ 70%. L'efficacité du sluice a également été établie par divers laboratoires et des expérimentations sur le terrain ont été menées par la British Geological Survey (BGS), dans le cadre de travaux effectués aux Philippines (Appleton et Williams, 1998), en Guyane et au Zimbabwe (Styles, 2002) sur une exploitation d'or à petite échelle. Les essais faits sur plusieurs minerais avec des particules d'or de diverses tailles en Guyane indiquaient que, contrairement à ce qui avait été indiqué, il n'y avait pas de grandes pertes de particules d'or très fines. Sur la base des expérimentations faites en Guyane, il a été conclu que les sluices pouvaient récupérer 80% d'or. Les travaux de la BGS aux Philippines ont également donné des résultats intéressants, sur lesquels les recommandations suivantes sont fondées:

- a) Le criblage par voie humide pour enlever les particules supérieures à 500µm (qui doivent passer par un sluice pour récupérer les particules d'or supérieures à 500µm);
- b) Les particules inférieures à 500 µm doivent passer par un deuxième sluice pour récupérer les particules d'or supérieures à 200 µm;
- c) Les résidus de la phase (b) doivent être criblés par voie humide pour enlever les particules inférieures à 200 µm (théoriquement sans or) et ensuite les faire passer sur une table à secousses (pour récupérer l'or jusqu'à 50 µm).

En outre, les recommandations suivantes ont été formulées:

- d) L'intervalle de temps entre les opérations de nettoyage doit être court pour améliorer la récupération de l'or qui pourrait se perdre en raison des solides entourant les riffles;
- e) L'angle d'inclinaison du sluice doit être augmenté en fonction de la taille des particules. Ailleurs, l'expérience a montré que les angles de 7°-12° et de 12° et 14° sont appropriés aux particules inférieures et supérieures à 1mm respectivement;
- f) Le débit de l'eau d'alimentation et de lavage doit être assez fort pour permettre de récupérer les plus grosses particules d'or sans perte excessive des plus fines;
- g) Lorsque le minerai d'or est entouré de quantités importantes d'argile ou de particules faiblement collées, il doit être lavé (« lavé à la brosse ») et criblé avant le lavage aux sluices pour libérer l'or coincé dans l'argile;
- h) Le minerai doit être criblé avant le lavage et les courants de gros grains et de fines particules qui en résultent, doivent être détournés en bas dans différents sluices (voir (e)) pour récupérer davantage d'or;
- i) L'utilisation de divers riffles permettrait une meilleure récupération de l'or. Les riffles métalliques élargis sont recommandés pour les particules d'or inférieures à 1mm et les riffles métalliques d'angles pour les particules supérieures à 1mm.

### Améliorer l'assimilation des technologies

10. Chez les communautés d'exploitation minière à petite échelle, le niveau d'analphabétisme est très élevé. Cela compromet leurs capacités d'assimiler les technologies perfectionnées et d'en tirer des résultats fiables et efficaces. Le problème peut être atténué si ces communautés bénéficient d'une formation et de services de vulgarisation appropriés. Pour améliorer l'efficacité, la qualité et pour élargir l'impact et la diffusion, il est recommandé d'organiser une formation de formateurs. Il faudrait à cet égard utiliser un langage, des méthodes audiovisuelles et des illustrations simples et pratiques (voir encadré 4).

**Encadré 4 : Promotion de cornues retenant le mercure par le Groupe chargé du développement des technologies intermédiaires (Royaume-Uni)**

Après la mise au point et l'expérimentation de la cornue au Zimbabwe, le Groupe chargé du développement des technologies intermédiaires a préparé une brochure contenant des informations pratiques pour les mineurs et les décideurs (Twigg, 1996). La brochure explique en détail les dangers du mercure, la nécessité d'une cornue fermée, les matériaux et les pièces requis pour en fabriquer une, la procédure de fabrication d'une cornue et le traitement d'urgence en cas d'empoisonnement par le mercure. Le procédé de fabrication des cornues a été expliqué par étape, dans un langage aisément compréhensible par les mineurs, avec six illustrations à savoir :

- L'ensemble de l'unité en fonctionnement;
- Les diverses parties;
- Le diagramme expliquant la première étape de la fabrication de la cornue;
- La photographie des composants assemblés;
- La photographie des composants avant l'assemblage;
- Un croquis montrant comment recueillir le mercure après utilisation.

La brochure a été produite en anglais, en portugais, en espagnol, en kiswahili et en bahasa. Une affiche en couleur de format A3 complète les brochures avec, sur un côté, des avertissements concernant les dangers du mercure et, sur l'autre côté, des informations pratiques. Pour le moment, cette affiche a été imprimée en anglais, en espagnol et en portugais. Les brochures et les affiches ont été distribuées aux mineurs de différents pays par l'intermédiaire des départements chargés de l'exploitation minière, d'ONG et d'agences privées.

**Facilitation de l'accès aux technologies**

11. L'un des principaux problèmes limitant l'accès des petits exploitants miniers à la technologie est le manque de ressources financières et d'informations appropriées sur les endroits où ils peuvent acquérir l'équipement et les moyens de le faire. En outre, il existe peu d'entreprises spécialisées dans l'équipement minier artisanal. A cet égard, des politiques fiscales novatrices et la diffusion d'information sur les possibilités d'activités commerciales, dans le sous-secteur de l'exploitation minière à petite échelle, pourraient encourager la création de telles compagnies. L'accès à la technologie peut être également facilité par la création de centres communautaires tels que le Centre minier de Shamva au Zimbabwe (voir encadré 5) où un équipement et des services centralisés sont fournis aux petits exploitants miniers à des prix réduits ou contre des paiements en nature (généralement une partie du minerai extrait). Il convient de noter que la plupart de ces centres sont mis en place avec l'appui des donateurs. Comme dans le cas de Shamva, qui a connu de graves problèmes après le retrait de la principale agence d'appui, la GTZ, une dépendance vis à vis des donateurs peut poser des problèmes. Dans la plupart des cas, les programmes de développement et la participation des donateurs sont des interventions à court terme alors que le développement durable d'un sous-secteur d'exploitation à petite échelle est une activité à long terme.

**Encadré 5 : Le Centre d'exploitation minière de Shamva : Une bonne pratique pour faciliter l'accès à la technologie**

Le Centre d'exploitation minière de Shamva (SMC) a été créé en vue d'aider les petits exploitants d'or des zones minières de Shamva/Bushu au Zimbabwe à acquérir et utiliser les technologies et les compétences appropriées pour l'extraction et le traitement de l'or (Svotwa et Bugnosen, 1993). Il encourage également la mise en place d'exploitations minières viables, sûres et sans danger pour l'environnement, qui contribuent au développement rural durable. Il a été créé grâce à l'assistance technique du Groupe chargé du développement des technologies intermédiaires (Royaume-Uni), en collaboration avec l'Association des petits exploitants miniers du Zimbabwe (SSMAZ) et le Ministère des mines du Zimbabwe. L'originalité de ce projet a également attiré des donateurs désireux de financer le Centre, notamment la GTZ, Gate, l'Union européenne, le Département du développement international du Royaume-Uni et Comic Relief.

En ce qui concerne la technologie, le centre offre des services de traitement des minerais (sur mesure), de forage et de minage, de location et de vente d'explosifs. Il organise le transport pour acheminer le minerai depuis les mines jusqu'au centre et fournit des services de vulgarisation technique. Au cours de la phase initiale (1989-1990), les équipements de broyage et de traitement des minerais comprenaient un bocard d'une capacité de 4t/jour, une table à secousses, une cuve d'amalgamation, un bassin de décantation et une cornue. En 1990, la demande de services dépassait la capacité du centre. La deuxième phase du projet a été lancée avec l'installation d'un broyeur à boulets pouvant traiter 1 tonne de minerai par heure. Une installation de lixiviation d'une capacité de 100 tonnes par mois a été également installée.

Le centre emploie des spécialistes du forage et leurs assistants et fournit des services de forage et de minage aux mineurs. Les services de vulgarisation sont, en général limités à la zone de Shamva/Bushu et concernent la sécurité des conditions de travail, le choix des méthodes d'exploitation minière, des méthodes d'échantillonnage simples, les systèmes d'appui souterrains et l'augmentation de la production. Au cours de ses cinq premières années de fonctionnement, le centre a été bien utilisé par les mineurs de la zone et il a traité 8,519 tonnes de minerai qui ont produit 40 kg d'or.

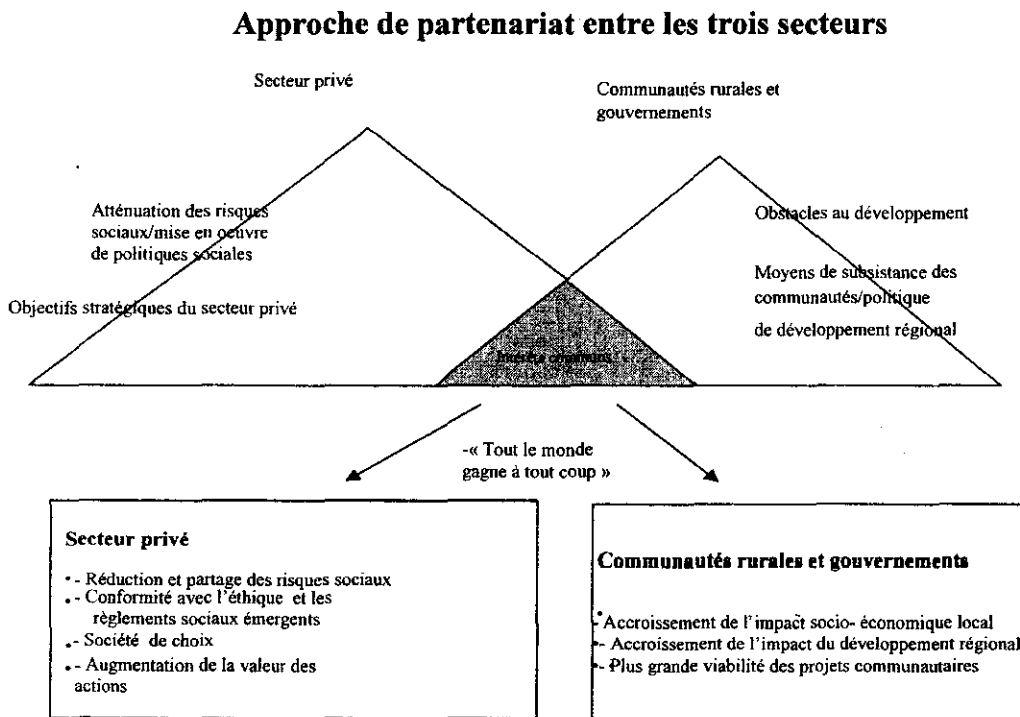
Pour garantir la viabilité commerciale du SMC, une société a été créée pour exploiter le projet. Un administrateur et une secrétaire ont été nommés sur recommandation d'un Conseil de directeurs de 7 membres composé des représentants de la SSMAZ (4), d'experts financiers et de juristes (2) et de l'ITDG (1). En 1999, la gestion du centre a été transférée à la SSMAZ. Le centre fonctionne toujours mais à une échelle réduite en raison d'un certain nombre de problèmes (manque d'expérience en matière de gestion et problèmes économiques auxquels le pays est actuellement confronté).

### **Coopération plutôt que confrontation**

12. Des différends sur les droits fonciers et miniers et d'autres types de conflits opposent fréquemment les grands et les petits exploitants miniers dans de nombreuses économies minières en Afrique. Ils éclatent faute de confiance, de communication et de dialogue entre les deux groupes d'opérateurs miniers ou faute de bonnes relations entre entreprises. Ils peuvent également être dus à une allocation arbitraire de ressources aux petits exploitants miniers, à des demandes de ressources légitimes et illégitimes par les deux groupes (IFC, 1999), à des contradictions entre les différents régimes fonciers (officiel et coutumier) qui exacerbent les craintes d'expulsion des petits exploitants miniers, à l'incapacité des gouvernements d'intervenir lorsque les problèmes surviennent, à des déceptions devant la maigreur des gains provenant de l'exploitation minière et aux promesses non tenues des grandes compagnies minières. Malgré cela, on peut établir des synergies et promouvoir une collaboration dynamique entre les trois secteurs à savoir le secteur privé, les communautés rurales

et le gouvernement, dans l'intérêt de chacun d'entre eux (voir figure 2). En ce qui concerne la technologie, les grands opérateurs ont un meilleur accès et peuvent donc élargir les choix technologiques des artisans miniers, dans l'intérêt des deux parties (voir encadré 6). Ils peuvent également faciliter le renforcement des capacités et le transfert des compétences grâce à la formation, partager les informations géologiques, techniques et autres (BIT, 1999), céder des ressources minérales qu'ils ne peuvent pas exploiter avec profit, faciliter l'accès aux laboratoires d'analyses et aux services de traitement des minéraux à peu de frais, fournir des équipements d'ateliers, acheter et stocker des explosifs, acheter et traiter des déchets, fournir une assistance d'urgence et assurer des sauvetages dans la mine. En outre, et cela revêt une grande importance sur le plan social, les grands exploitants miniers peuvent contribuer à restaurer la confiance, en aidant à améliorer l'infrastructure sociale à l'intérieur et autour des zones d'exploitation à petite échelle, notamment les écoles, les hôpitaux, la distribution d'eau, les transports et le réseau routier.

**Figure 2 : Modèle de partenariat entre les trois secteurs**



Adapté de: Business Partners for Development : Natural Resources Cluster (1999), (<http://www.bpd-naturalresources.org/media/pdf/working/onewpaper.pdf>.15 April 2003).

### **Encadré 6: Projet d'achat d'or de Meremeta – Tanzanie**

Meremeta est une entreprise constituée en 1998 avec la participation de l'Etat tanzanien et de Trinnex, une société d'Afrique du Sud, chacun détenant 50% du capital. Son principal objectif est de fournir une assistance aux petits exploitants miniers et de commercialiser leur or. Ses activités sont les suivantes :

- a) La fourniture d'équipements tels que les pompes, les compresseurs et du matériel de forage;
- b) L'installation d'équipement de broyage conçu sur demande, pour le broyage et traitement du minerai;
- c) L'achat de l'or directement auprès des mineurs avec une réduction de 20% sur le prix pour couvrir les frais du broyage, et sans poser de questions sur la source.

Les petits exploitants miniers pâtissant d'un manque d'accès aux ressources financières et à l'équipement, le projet a été populaire et il a été étendu aux districts voisins quoiqu'à un rythme beaucoup plus lent que prévu. Il a également attiré d'autres entrepreneurs locaux qui ont apporté leurs propres broyeurs fabriqués localement qui fonctionnent avec des moteurs de tracteur et de camion. Ces entrepreneurs constituent une rude concurrence pour Meremeta bien qu'ils appliquent un tarif fixe par kilogramme de minerai broyé.

### **Recherche – développement (R-D) : Le maillon manquant**

13. Il a été constaté (CEA, 2000) que le modèle de développement par substitution des importations basé sur une industrialisation à grande échelle à forte intensité de capitaux, qui a été suivi par de nombreux pays africains, après leur indépendance, avait contribué à rompre les liens entre les institutions scientifiques et technologiques locales et le secteur productif. L'industrialisation était tributaire, dans une large mesure, des compétences, de la technologie, des cadres et du capital étrangers. La création des capacités locales et des facteurs de production n'a pas été encouragée.

14. Cependant en Afrique, il est nécessaire d'améliorer les capacités technologiques, de créer et de diffuser les innovations. Le continent a besoin de technologies plus productives, souples, abordables, fiables, acceptables, simples et meilleur marché pour promouvoir le développement des petites et moyennes entreprises (PME) locales. Celles-ci et d'autres nouvelles technologies doivent être identifiées afin qu'elles puissent être remaniées et adaptées au contexte africain. Pour améliorer l'acquisition et la mise au point des technologies et renforcer les capacités locales d'assimilation et d'adaptation des techniques modernes aux milieux locaux, il faut également renforcer les capacités des institutions locales d'apprentissage et de formation. Très peu de pays africains ont les ressources humaines et financières nécessaires pour exécuter cette tâche redoutable. En Afrique du Sud, MINTEK, un centre d'excellence de recherche-développement, a été à l'avant garde de la mise au point de technologies pour les pauvres. Il s'agit entre autres du procédé iGoli de traitement de l'or (voir encadré 7).

15. Des projets de R-D plus modestes ont été mis en œuvre dans d'autres régions d'Afrique, avec une collaboration entre les centres de recherche du Sud et leurs homologues du monde développé. Il s'agit entre autres du projet de récupération de l'or sans mercure (voir encadré 8) en cours d'exécution par l'université de Dar-es-Salam, Tanzanie (UDSM, 2002) et l'Imperial College, Londres (Pralt, 2002), du Projet de récupération améliorée de l'or, de la British Geological Survey et du Groupe chargé du développement des technologies intermédiaires (ITDG, Royaume-Uni) au Zimbabwe (Styles, 2002) et du Projet de récupération de l'or sans mercure en cours d'exécution par l'école des mines de Tarkwa (Université des sciences et des technologies – Kumai) au Ghana (Sackey, 2002).

### **Encadré 7 : Exploitation minière artisanale et technologies de traitement – MINTEK**

MINTEK (Afrique du Sud) est en train de mettre au point un certain nombre de procédés et d'équipements qui seront appliqués dans le secteur de l'exploitation minière artisanale. Certaines de ces technologies sont les suivantes :

- a) Le procédé iGoli d'extraction de l'or sans mercure : Le procédé iGoli a été mis au point par MINTEK pour supprimer l'utilisation du mercure par les petits exploitants miniers. Le procédé, qui a été lancé en mars 2001, utilise des produits chimiques domestiques simples tel que l'acide liquide (HCl) et l'eau de javel (NaOCl) pour dissoudre l'or. Cette opération est suivie du filtrage et de la précipitation de l'or avec du métabisulfate de soude. Pour réduire les risques d'accident avec les acides, MINTEK a lancé un programme de formation pour les mineurs. Dans chaque communauté minière artisanale, au moins un mineur serait formé par MINTEK dans ses laboratoires afin qu'il puisse former d'autres mineurs à son retour dans la communauté. Les cours de formation comprennent les travaux pratiques, une visite dans une petite mine en exploitation, l'étude des plans pour la fabrication des aires de lavoir et une brochure simple donnant les détails du procédé. Selon MINTEK, cette nouvelle technologie de lessivage par le chlore a déjà été expérimentée par les petits exploitants miniers en Tanzanie, où la récupération de l'or jusqu'à 99,9% de pureté a été réalisée.
- b) Equipement de traitement sans électricité : Un équipement est en train d'être mis au point pour les petits exploitants miniers qui n'ont pas accès à l'électricité. L'un de ces équipements est l'aire de lavoir déjà utilisée avec le procédé iGoli de MINTEK. Pour récupérer l'or fin, l'aire de lavoir doit vibrer. Des travaux de recherche supplémentaires sont en cours pour trouver les voies et moyens de faire vibrer l'aire de lavoir sans utiliser l'électricité.

### **Encadré 8 : Projet de récupération de l'or sans mercure**

Ce projet exécuté en Tanzanie a pour objectif de mettre au point des techniques de récupération de l'or non polluantes qui peuvent remplacer l'amalgamation. La méthode est basée sur le procédé « Agglomération charbon-or » mis au point par la British Petroleum (B.P) dans les années 80, sur la base d'études concernant la formation d'agglomérats charbon-pétrole sphériques comme un moyen de récupérer les fines particules de charbon. Le procédé a ensuite été mis au point pour supprimer la cyanuration traditionnellement utilisée dans les grandes usines.

Le projet en est encore à sa phase initiale. Les travaux d'essais réalisés à l'Université de Dar-es-Salam en Tanzanie ont établi des paramètres liés à la granulométrie de l'agglomération et aux conditions de la vitesse initiale de l'agglomération. En utilisant du charbon produit localement et un combustible léger (diesel), puis du charbon et du kérosène, différents paramètres du processus d'agglomération ont été établis. Des essais de récupération de l'or ont été effectués avec un mélange synthétique (agglomérat de graphite – ESCAID) et ont permis d'obtenir un taux de récupération allant jusqu'à 99,8% (reproductibles). Dans les essais effectués avec des agglomérats charbon-diesel (20% du minerai), on récupère entre 99,1 et 99,8% (100% reproductible). Pour étudier plus en détail les paramètres du procédé, davantage d'essais sur la récupération de l'or avec des agglomérats charbon-diesel et du minerai aussi bien synthétique que naturel seront effectués. Cela aboutira à la mise au point d'un équipement pilote conçu selon les paramètres optimums établis.

16. La R-D destinée aux exploitations minières doit absolument déboucher sur des produits simples et bon marché qui peuvent être fabriqués localement, tels que ceux qui sont présentés dans les encadrés 9 et 10.

#### **Encadré 9 : Ventilateur soufflant manuel – Mine de Mugusu – Tanzanie**

Les mineurs de Mugusu, dans les régions aurifères du Lac Victoria, exploitent l'or dans des excavations souterraines d'une profondeur de 100m. Même si la zone minière est située sur les hautes collines de Geita et si l'adduction d'eau n'est pas un problème, la profondeur de l'exploitation est telle qu'il est nécessaire de recourir à la ventilation. Les mineurs ont conçu un ventilateur soufflant manuel qui a six à huit pales et de minces morceaux de plaque métallique soudés sur un long arbre de 16-19 pouces. Le mécanisme est doté d'une roue de bicyclette et d'une courroie de transmission en caoutchouc qui relie la roue à l'arbre du ventilateur. Un tuyau PVC d'un diamètre de 25mm est ensuite relié d'en bas au front d'attaque. Cela fournit assez d'air à un seul front même s'il faut longtemps pour évacuer les gaz de fumée après une explosion. Une version améliorée est utilisée en Colombie, où le mécanisme est doté d'un cadre de bicyclette et d'un mécanisme de transmission. Un moteur à essence peut être également adapté pour faire fonctionner le ventilateur soufflant.

#### **Encadré 10 : Broyage – broyeur par percussion - Projet d'exploitation d'or de Filabusi – Zimbabwe**

La plupart des petits exploitants miniers emploient actuellement des broyeurs pour la première étape du broyage. Pour broyer les roches dures, un petit broyeur par percussion doté d'un rotor d'un diamètre de 800 ou 1000 mm, avec une largeur de 500 ou 600mm a trouvé de nombreuses applications. Le projet d'exploitation d'or de Filabusi incorpore un petit broyeur par percussion doté d'un rotor d'un diamètre de 850mm, avec une largeur de 670mm, qui fonctionne avec un moteur de 25kw. Le broyeur, qui a une capacité de production de 20 à 30 tonnes par heure, est le plus petit de la gamme des broyeurs par percussion. L'avantage de ces broyeurs est qu'ils produisent des grains cubiques ou sphériques contrairement aux concasseurs à mâchoires qui produisent des morceaux plats ou allongés. Ils sont également meilleur marché, plus simples à entretenir et peuvent être fabriqués localement comme cela est le cas au Zimbabwe.

#### **Implications pour l'Etat: Défis à relever**

17. Les partisans de l'approche des moyens de subsistance durables (PNUD, 1999) soutiennent que l'exploitation minière à petite échelle doit être envisagée non seulement sous l'angle technique, (amélioration de la productivité), mais également sous l'angle de la fourniture de nouveaux modes de subsistance aux communautés d'exploitation minière artisanale, ce qui est plus important pour eux. Les adversaires de cette approche soutiennent que, même là où les communautés rurales ont des moyens de subsistance stables, bon nombre de leurs membres sont toujours séduits par la perspective de faire rapidement fortune dans l'exploitation minière. Par ailleurs, d'après eux, pour certaines communautés, l'exploitation minière est un mode de vie qui est profondément ancré et fait partie de leur histoire et de leur structure socio-culturelle. A cet égard, ces systèmes de valeurs et perspectives devraient influencer les solutions proposées pour ce sous-secteur, lesquelles doivent viser à trouver des solutions technologiques qui influent sur la productivité. D'autre part, un nombre important de professionnels estime que tant qu'on ne changera pas les choix politiques et qu'on ne fournira pas l'appui administratif, technique et financier approprié, les problèmes affectant le sous-secteur de l'exploitation minière à petite échelle ne seront jamais résolus.

18. Les termes du débat se recourent. Les technologies évoquées plus haut ont contribué à améliorer la productivité des opérations d'exploitation minière artisanale et à réduire leur impact sur l'environnement. Cependant, très peu de petits exploitants miniers les utilisent, probablement parce qu'ils ne peuvent pas les acheter individuellement. Cela donne à penser que la constitution de pools tels que le centre d'exploitation minière de Shamva, peut faciliter l'accès à la technologie. D'autre part, les efforts déployés pour réduire le coût unitaire des équipements devraient aider à les rendre plus



accessibles aux petits exploitants miniers. Cela serait facilité si les équipements étaient produits localement en utilisant des matériaux disponibles sur place, dans la mesure du possible. Des centres de recherche locaux capables d'adapter et d'innover les technologies existantes pourraient stimuler ce processus.

19. Cependant, et c'est encore plus important, puisque les problèmes de développement des exploitations minières artisanales sont parfois liés aux ressources et droits limités des communautés concernées, une approche pluraliste, intégrée et globale est nécessaire pour faire de l'exploitation minière à petite échelle une activité viable. Cette approche doit consister non seulement à fournir des options technologiques abordables et accessibles aux petits exploitants miniers mais également à structurer le secteur et à instituer de nouveaux modes de subsistance pour les petits exploitants miniers (en diversifiant leurs sources de revenu et en élargissant les revenus non miniers). Cela devrait permettre de réduire sensiblement le nombre de mineurs par zone unitaire, de créer d'autres compétences et, en dernier lieu, d'assurer davantage de revenus pour les mineurs restants.

20. Cette Vision a été adoptée à Yaoundé<sup>7</sup> (Cameroun) en 2002. La Vision de Yaoundé reconnaît que l'exploitation minière à petite échelle est motivée par la pauvreté et recommande qu'elle soit intégrée dans les cadres stratégiques de lutte contre la pauvreté (CSLP) des gouvernements africains. Elle préconise en outre que les politiques et les lois des Etats membres en matière d'exploitation minière soient réexaminées en vue d'incorporer une dimension de réduction de la pauvreté dans les stratégies d'exploitation minière à petite échelle.

21. Mais à quel point ces mesures seront-elles efficaces ? Il n'y a aucune preuve suffisante pour étayer le débat car très peu de pays, voir aucun, ont mis en œuvre intégralement cette Vision. Cependant, les diverses mesures décrites ci-dessus, notamment l'institution d'une formation spécialisée pour les mineurs et l'adoption de stratégies simples pour la diffusion des technologies, produiront sans aucun doute de meilleurs résultats et auront de meilleurs effets que les pratiques actuelles. Il serait en outre pertinent d'assurer la formation des petits exploitants miniers aux méthodes analytiques, de leur inculquer une bonne culture de gestion d'entreprise et de la production, de développer les capacités et d'affermir les pratiques (CNUCED, 2002). L'exploitation minière pourrait ainsi cesser d'être une activité transitoire réagissant aux chocs pour devenir une activité commerciale viable. Pour éclaircir le débat sur l'exploitation minière artisanale, il faut également effectuer des études sur le comportement pour se faire une meilleure idée des petits exploitants miniers et comprendre les facteurs qui les incitent à s'engager dans cette activité de façon permanente ou saisonnière, poussés par la pauvreté ou par le désir de s'enrichir rapidement.

22. Compte tenu de la faiblesse structurelle de l'exploitation minière à petite échelle, l'idée d'un développement par la base est-elle une simple illusion, un concept en vogue ? L'exploitation minière à petite échelle étant une activité de survie, peut-on renforcer les capacités des artisans miniers pour qu'ils soient maîtres de leur développement et deviennent un moteur du processus de changement ? Etant donné les intérêts divergents des principales parties prenantes et le fait que leurs relations sont souvent mauvaises, les avantages du partenariat entre les trois secteurs ont-ils été trop vantés ? Les gouvernements africains s'intéressent-ils au développement d'un sous-secteur minier artisanal ou leur modèle de développement penche-t-il en faveur de l'exploitation minière à grande échelle ? Les réponses à ces questions doivent également contribuer au futur programme de recherche sur l'exploitation minière artisanale en Afrique.

---

<sup>7</sup> La Vision de Yaoundé a été adoptée au cours d'un séminaire conjoint de la CEA et du Département des affaires économiques et sociales de l'ONU sur « L'exploitation minière artisanale et à petite échelle : Identifier les meilleures pratiques et renforcer les moyens de subsistance durables des communautés », tenu du 18 au 22 novembre à Yaoundé (Cameroun).

## References

- Appleton, J.D., and Williams, T.M. (1998), "Mitigation of Mining-related Mercury Pollution Hazards: Project Summary report", British Geological Survey, Technical Report WC/98/34.
- Business Partners for Development: Natural Resources Cluster (1999), "Overview of BPD and the Natural Resources Cluster, Working Paper No. 1, (<http://www.bpd-naturalresources.org/media/pdf/working/onepaper.pdf>, 15 April 2003).
- Campbell, S.D.G., and Pitfield, P.E.J. (1991), "Training Small-scale Gold Miners in Zimbabwe", AGID News, No. 66, May 1991.
- D'Souza, K. (2002), "Artisanal and Small-scale Mining in Africa: A Reality Check", paper presented during the joint ECA/UNDESA Seminar on "Artisanal and Small-scale Mining in Africa: Identifying Best Practices and Building Sustainable Livelihoods of Communities", 18-22 November 2002, Yaounde, Cameroon.
- ECA (2000), "Investing in Science and Technology in Africa", paper presented to the "Third Meeting of the Advisory Board on Science and Technology", 2-4 October 2000, Addis Ababa, Ethiopia.
- ECA (2002), "Compendium on Best Practices in Small-scale Mining in Africa", Addis Ababa, Ethiopia.
- Hosford, P.A.J. (1993), "Innovations in Mineral Processing Technology for Small- and Medium-scale Mining Operations", United Nations Seminar on Guidelines for the Development of Small- and Medium-scale Mining, 11-19 February 1993, Harare, Zimbabwe.
- Buckles, D. (1999), "Cultivating Peace: Conflict and Collaboration in Natural Resources Management", <http://www.idrc.ca/books/899/003into.htm> (7 May 2003).
- IFC (1999), "Guidance Note For Clients in the Mining Industry: Managing Relations with Artisanal Miners", Washington, D.C.
- ILO (1999), "Social and labour issues in small-scale mines", Geneva, Switzerland
- Magalela, W. (1999), "Towards Development of Sustainable Mining and Processing Technologies for the Small and Artisanal Gold Miners in Zimbabwe", Unpublished Research Report for UNIDO.
- Mutagwaba, W.K., Mwaipopo-Ako, R., and Mlaki, A.L. (1997), "The Impact of Technology on Poverty Alleviation: A Study of Artisanal Mining in Tanzania", Research conducted for Research on Poverty Alleviation (REPOA), REPOA Report No 98/2, Dar-es-Salaam, Tanzania.
- Mutagwaba, W.K. (2000), "Removal of Barriers to the Introduction of Cleaner Artisanal Gold Mining and Extraction Technologies: A Case for Tanzania, Sudan and Zimbabwe", Unpublished Research Report, UNIDO.

- Pratt, J. (2002), Memo to UNECA forwarded in response to e-mail request of 10/1/2002 from Peter Smith of the UK's DfID on "Mercury-free Gold Processing for Small-scale Miners".
- Styles, M.T. (2002), "Project R7120 Discovering the Lost Gold of the Developing World". (Project Summary), British Geological Survey, UK.
- Sackey, C. A. (2002), Small-scale Mining Department, Minerals Commission, Ghana (Personal E-mail Communications).
- Svotwa, R.S., and Bugnoson, E. M. (1993), "Shamva Mining Centre Demonstration project – An Example of International and Local NGO Collaboration Progress and Problems to Date", (United Nations Seminar on "Guidelines for the Development of Small- and Medium-scale Mining"), 11-19 February 1993, Harare, Zimbabwe.
- Svotwa, R.S. (2000), "Situational Analysis in Strengthening Small-scale and Artisanal Mining Sector in Zimbabwe", Study done for UNIDO.
- Twigg, J. (1996), "The Promotion of Mercury-saving Retorts in Small-scale Mining: A Case Study". Intermediate Technology Development Group, Rugby, UK.
- UDSM (2002), "Progress Report for Project on Mercury-free Recovery of Gold (Coal Agglomeration Process - CGA)". Chemical Engineering Department, University of Dar-es-Salaam.
- UNCTAD (2002), "Diversification of production and exports in commodity dependant countries, including single commodity exporters, for industrialization and development, taking into account the special needs of Least Developed Countries (LDCs)", (Background note by the UNCTAD secretariat).
- UNDP (1999), "Artisanal Mining for Sustainable Livelihoods", ([http://www.undp.org/sl/Documents/General%20info/Artisinal\\_mining/artisinal\\_mining.htm](http://www.undp.org/sl/Documents/General%20info/Artisinal_mining/artisinal_mining.htm) 18 April 2003)
- UNEP (2001), Technical Workbook on Environmental Management Tools for Decision Analysis (<http://www.unep.or.jp/ietc/Publications/TechPublications/TechPub-14/1-EnTA2.asp> 5 June 2003)
- Walle, M. and Jennings, N. (2001), "Safety and Health in Small-scale Surface Mines: A Handbook". Sectoral Activities Programme, ILO Office.
- Weber-Fahr, M., Strongman, J., Kunanayagam, R., McMahon, G., and Sheldon, C. (2001), "Mining and Poverty Reduction", ([http://www.worldbank.org/wbp/strategies/chapters/mining/min\\_0409.pdf](http://www.worldbank.org/wbp/strategies/chapters/mining/min_0409.pdf) 5 June 2003)

