



**CENTRE IVOIRIEN ANTIPOLLUTION**  
Laboratoire Central de l'Environnement

# **RISQUES SANITAIRES ET ENVIRONNEMENTAUX LIES A L'ORPAILLAGE EN COTE D'IVOIRE : ANALYSES ET PERSPECTIVES POUR DES SOLUTIONS INTEGREES ET DURABLES**

Par  
**Prof YAPO Ossey Bernard**  
Chimiste, Expert en Environnement  
Sous-Directeur du Laboratoire Central de l'Environnement  
**LCE/CIAPOL**



# PLAN

- **Introduction**

- Contexte

- **Constats**

- **Résultats et Illustrations**

- **Actions à mener et Perspectives**

- Nouvelles technologies

- **Conclusion**



# **INTRODUCTION**

# CONTEXTE

- L'orpaillage s'exerce en toute illégalité aujourd'hui en Côte d'Ivoire. Il est pratiqué en dehors des règles administratives et des bonnes pratiques au détriment de l'environnement. Ses impacts sont négatifs et portent sur l'environnement physique, social, économique et sécuritaire.
- L'orpaillage occasionne ainsi des problèmes énormes sur la santé, l'éducation, l'agriculture, la sécurité et l'environnement. Au plan de l'environnement, les impacts des sites d'orpaillage se traduisent en général par des déboisements, la destruction du couvert végétal, la pollution des cours d'eau résultant souvent de l'usage de produits chimiques dans le traitement de l'or.
- Dans le cas des productions basées sur le traitement des minerais extraits par dragage, l'usage de produits chimiques comme le mercure risquant de polluer les rares ressources en eau demeure un danger permanent. Ce danger est d'autant plus grand qu'en l'absence d'un encadrement et d'une sensibilisation des artisans mineurs sur les concepts de la protection environnementale, les exploitations traditionnelles pourraient conduire à des désastres écologiques et sanitaires importants. Des solutions écologiques existent pour faire de cette activité une opportunité de développement importante qui peut contribuer directement à améliorer les conditions de pauvreté et de développement local et régional.

# Etat des lieux de l'orpaillage en Côte d'Ivoire

- Deux missions ont été effectuées pour évaluer les nuisances causées à l'environnement par les activités d'orpaillage.
- La première, du 15 au 19 octobre 2012, dans les localités de Hiré, Oumé, Yamoussoukro et Bouaflé.
- La seconde, du 10 au 20 mars 2013, dans les localités de Korhogo, Boundiali, Tengrela et Bouaflé.

# Objectif général

- **Réaliser une évaluation environnementale des sites où sont menées des activités d'exploitation de l'or et de l'orpaillage anarchique**

# Objectifs spécifiques

- **Renseigner sur les pratiques d'orpaillages existantes et les produits chimiques utilisés.**
- **Évaluer le niveau de pollution du sol et de l'eau par les huiles usagées des moteurs et les produits chimiques,**
- **Évaluer le niveau de dégradation du milieu naturel et humain.**

# Méthodologie

- **Rencontres avec les populations, les orpailleurs, les responsables des sociétés minières et les autorités administratives et coutumières (Préfets, Sous-préfets, police, gendarmerie, chefferie).**
- **Visites des sites d'orpaillages et des sociétés minières.**
- **Prélèvements d'échantillons d'eaux, de sédiments de poissons pour analyses de résidus de métaux lourds incriminés dans les activités d'orpaillage.**

# Constats (1)

- **Constat 1** : Intensification de l'orpaillage à des proportions incontrôlées.
- **Constat 2** : Activité initialement aux mains des populations locales est devenue l'affaire d'hommes d'affaires qui investissent en matériels et en main d'œuvre venue des pays de la CEDEAO.
- **Constat 3** : Les orpailleurs utilisent de la dynamite pour briser les roches souterraines, des machines concasseuses, du mercure, du cyanure, des acides divers et autres produits chimiques dans leurs process d'extraction de l'or.

# Constats (2)

- **Constat 4** : De nombreuses nuisances environnementales non maîtrisées.
- **Constat 5** : Des atteintes graves aux modes de vie des populations locales:
  - *insécurité due aux trafics, aux vols de biens, aux vols dans les maisons;*
  - *diminution des ressources en poisson et en gibier.*
  - *restriction des usages de l'eau.*
  - *abandon et/ou destruction des cultures vivrières et de rente*
  - *cherté de la vie*

# Constats (3)

- **Constat 6** : Dégradation des conditions sanitaires:
  - exposition directe suite à l'utilisation du mercure, du cyanure, d'acides et divers produits chimiques
  - contamination de la chaîne alimentaire (intoxication directe ou indirecte).
  - multiplication d'étangs insalubres, sources de paludisme, cholera .
- **Constat 7** : Pollution intense et continue des cours d'eau, impactant durablement les milieux aquatiques et la biodiversité.
- **Constat 8** : Destruction du couvert forestier, dégradation du sol et disparition des lits mineurs des cours d'eau.

# Constats (4)

- **Constat 9** : Présence d'enfants travaillant sur les sites d'orpaillage
- **Constat 10** : Forte immigration avec construction de quartiers d'habitats précaires.
- **Constat 11** : Formation de cartels rivaux pour le contrôle exclusif de périmètres et la formation de bandes armées pour la surveillance de l'activité.
- **Constat 12**: Conflit avec les sociétés minières régulièrement installées

# Illustrations

- Orpaillage à Kocoumbo
- Orpaillage à HIRE
- Orpaillage à Angovia
- Orpaillage à Korhogo
- Orpaillage à Boundiali et Tengrela

# 1- Orpaillage à Kokoumbo



**Planche 1 :** (a) : Site de stockage de terres en provenance de terrain d'exploitation. Les terres sont convoyées par des véhicules type KIA. (b) Mise de terres dans les machines concasseuses pour les broyer finement (c) Pompe hydraulique installée à proximité d'un cours d'eau (d) Lavage des poudres de terres par des eaux mises en pression .

# Moyens utilisés



(a) et (b) Unités de concassage-lavage (c) Une moto-pompe pour drainer les eaux pour lavage et (d) Transport des minerais des sites d'exploitation aux sites de lavage .

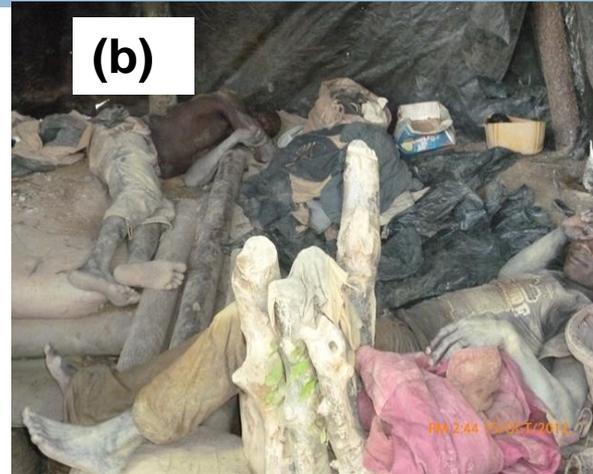
# État de l'Environnement

Les pistes villageoises sont endommagées, de même que certaines plantations



*Les boues de lavages sont stockés sur les sites, les eaux de lavage sont déversées dans l'environnement, dans les cours d'eau, rendent impraticables certaines voies par les populations.*

# Des conditions inhumaines



**(a) et (b)** Fosses abritées sous une tente de fortune de plus de 20 m de profondeur **(c) et (d)** Conditions difficiles et inhumaines de vie des orpailleurs.

# Orpillage à Hiré



**(a) et (b)** Plantation de palmier en destruction **(c)** Site ayant déjà fait l'objet d'exploration et dont le permis est attribué à NEWCREST **(d)** Fosses creusées en profondeur

# Une machine à destruction des terres cultivables et cultivés



**(a) et (b)** Systèmes d'échafaudage pour suivre le filon et pour éviter les éboulements. **(c) et (d)** Fosses creusées dans lesquelles travaillent des femmes et des enfants.

# Des investissements importants



**(a), (b) et (c)** Plusieurs unités de machines concasseuses-laveuses installés utilisant des enfants et des jeunes vivant sur les sites, **(d)** Moto-pompe branchée sur un cours d'eau

# Usage de Produits chimiques dangereux (Acides forts et Cyanure)



(a) et (b) Stocks de produits chimiques utilisés (c) et (d) unité de lixiviation par cyanuration aménagée en pleine brousse

# Des laboratoires plein-air en pleine forêt



**(a)** Fosse de récupération du lixiviat **(b)** Fûts de préparation de produits chimiques **(c)** Fosses de lixiviat  
**(d)** Tubes en U pour oxydation du lixiviat

# Des moulins de minerais, des points de lavage et des tas de stériles en pleine ville



**(a)** Moulin à minerais **(b)** Tas de minerais broyés au moulin **(c)** Lavage de minerais sur *Sluices* (ou table de lavage) **(d)** Tas de stériles stockés en ville après lavage

# Orpillage à Angovia



**(a)** Site de lavage de minerai dans un cour d'eau **(b)** Fosse d'extraction de minerai, s'y trouve un enfant 4 pattes **(c)** Lavage de mineraies **(d)** Trou laissé apr`s exploitation dans une plantation de cacao.

# Orpaillage à Korhogo



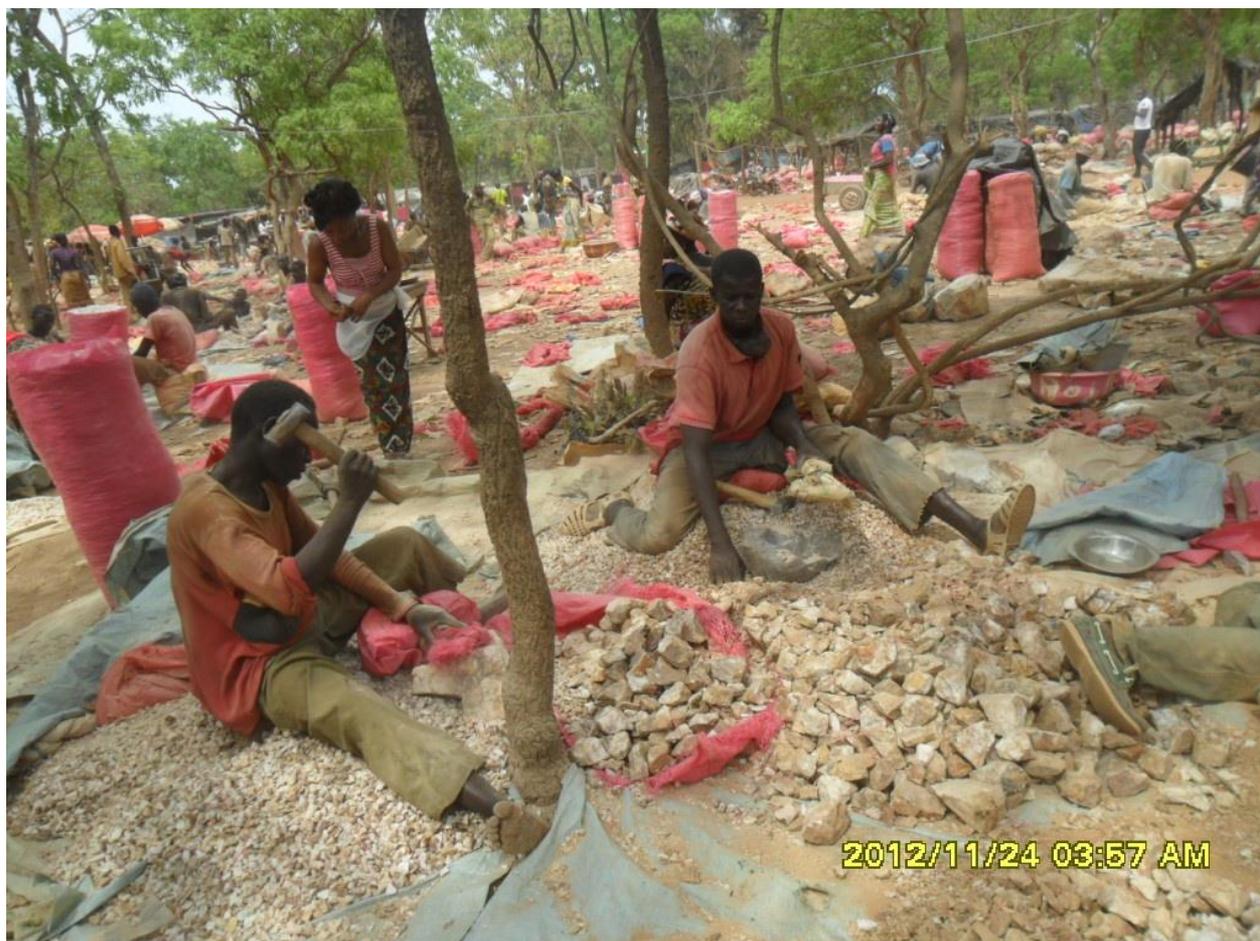
**Un grand marché sur le site**



# Activité en pleine expansion



# Site de concassage de minerais



# Moulin à minerais



# Site de lavage des minerais



(a): Mélange minerais et de mercure (b) et (c) lavage du mélange et rejet des eaux de lavage contenant du mercure dans l'environnement

# Orpaillage à Boundiali



# Orpillage à Tengrela



**(a)** Parking à moto sur le site d'orpillage **(b)** Point de lavage de minerais sur le site **(c)** Jeunes filles et enfants sur les sites de lavage **(d)** Outils d'exploration pour détecter la présence d'or.

# Quelles sont les technologies et pratiques couramment utilisées par les orpailleurs?

## Trois techniques utilisées:

- Lavage simple du minerai et extraction d'or
- Utilisation d'un sluice (ou table de lavage) pour concentrer le minerai puis amalgamation au mercure,
- Lixiviation au Cyanure du minerai.

# *Fouilles superficielles pour les éluvions et les alluvions , sans usage de produits chimiques*

**Angovia – Boundiali – Tengrela – Kocoumbo etc...**  
Méthodes traditionnelles locales (Bouaflé, Yamoussoukro),  
mais bien connues des orpailleurs venus du Mali



# Puits et les galeries pour les gisements filoniens et les éluvions profonds.



# Brûlage du minerais sur camping Gas



# Purification du minerais par soufflage à bouche



# De l'or purifié



2012/11/25 05:35 AM

# Techniques semi-industriels avec des investissements importants

*Hiré, Oumé, Divo, Korhogo, etc...*



# En général, le traitement met en œuvre les opérations suivantes, très manuelles :

concassage, à la massette jusqu'à une granulométrie de 15/20mm



# Broyage manuel par pilon dans un mortier, dans un moulin, tamisage à 0,15mm avec poussière et risques silicotiques



# Lavage du minerais



# Amalgamation au Mercure



PM 1:54 12/MAR/2013

# Étapes d'Amalgamation au Hg



**(a)** Ajout du mercure au minerai concentré et amalgamation du minerai brut, **(b)** le mercure qui contient l'or est soigneusement séparé du minerai concentré par lavage à la battée, **(c)** le mélange mercure-or est filtré à travers une pièce de tissu afin de séparer le mercure liquide résiduel, **(d)** l'amalgame est chauffé pour évaporer le mercure, ce qui produit l'or spongieux (texture poreuse)

# CYANURISATION



# RÉSULTATS (1)

- De nombreux sites d'orpaillages découverts  
à Kocoumbo, à Oumé, à Hiré , Angovia, Korhogo,  
Boundiali, Tengrela, etc....
- Cependant, les techniques utilisées sont différentes dans  
la région de Oumé, à Hiré, Korhogo qu'à Bouaflé  
Angovia, Boundiali et Tengrela.
- Les conditions de travail des orpailleurs sont difficiles.
- l'activité d'orpaillage est davantage pratiquée par des  
immigrants tant allochtones venus du Nord de la Côte  
d'Ivoire qu'allogènes ressortissants de la CEDEAO

# RÉSULTATS (2)

- L'orpaillage se pratique en complicité avec les propriétaires terriens qui louent leur parcelle,
- Le mode d'accès à la terre varie d'un site à un autre avec des arrangements pécuniaires.
- Présence de polluants chimiques dans les eaux, sédiments et les poissons

# QUELS RISQUES SANITAIRES?

- Présence de Hg :
  - - eaux,
  - Boues,
  - Sédiments,
  - Air,
  - Poissons et autres ressources halieutiques,
  - Riz,
  - Manioc

# Eau

Echantillon	Code	$\beta(\text{Hg})/\mu\text{g/L}$	$\beta(\text{Pb})/\text{mg/L}$	$\beta(\text{Cd})/\text{mg/L}$	$\beta(\text{Cu})/\text{mg/L}$	$\beta(\text{Zn})/\text{mg/L}$	$\beta(\text{Cr})/\text{mg/L}$	$\beta(\text{Co})/\text{mg/L}$	$\beta(\text{CN}^-_{\text{libr}})/\text{mg/L}$
K1	LCE_2013_05_01	3,12	0,03	0,17	1,24	0,77	3,84	1,23	0,02
K2	LCE_2013_05_02	3,51	0,02	0,17	3,72	1,57	3,19	12,91	-
K3	LCE_2013_05_03	3,53	0,03	0,16	4,65	1,62	4,69	3,54	-
K4	LCE_2013_05_04	2,09	0,03	0,18	2,95	1,67	3,03	2,88	-
K5	LCE_2013_05_05	4,14	0,04	0,21	0,52	1,43	6,90	0,84	0,01
K6	LCE_2013_05_06	5,77	0,02	0,21	1,17	1,13	2,43	2,40	0,004
K7	LCE_2013_05_07	6,39	0,02	0,18	4,20	1,94	3,78	2,83	0,001
K8	LCE_2013_05_08	0,81	0,02	0,22	2,28	2,09	6,28	2,86	0,006
K9	LCE_2013_05_09	1,32	0,02	0,29	3,81	2,38	2,30	1,93	0,001

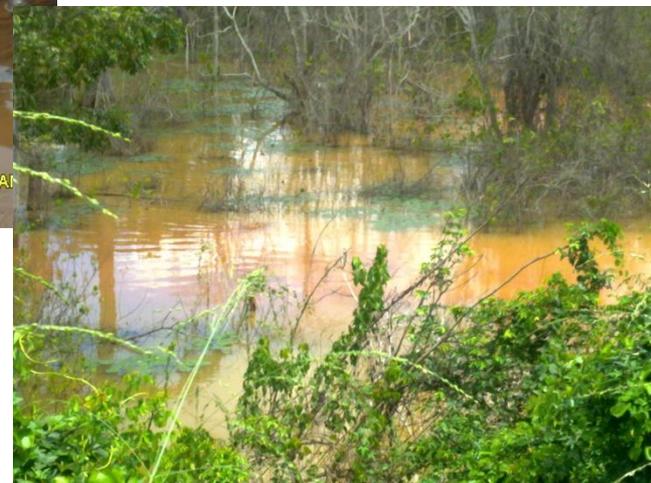
Dans les eaux, le Cobalt et le cuivre sont dominants :  $0,84 < \text{Co (mg/L)} < 12,91$  et  $0,52 < \text{Cu (mg/L)} < 4,65$ . L'on note tout de même la présence de mercure  $0,81 < \text{Hg}(\mu\text{g/L}) < 12,91$ .



# Sédiment et Boues

Echantillon	Code	$\omega(\text{Hg})/\text{mg/kg}$	$\omega(\text{Pb})/\text{mg/kg}$	$\omega(\text{Cd})/\text{mg/kg}$	$\omega(\text{Cu})/\text{mg/kg}$	$\omega(\text{Zn})/\text{mg/kg}$	$\omega(\text{Cr})/\text{mg/kg}$	$\omega(\text{Co})/\text{mg/kg}$
Sédiment 1	LCE_2013_05_10	0,28	0,27	11,46	5,37	8,55	626,71	137,92
Sédiment 2	LCE_2013_05_11	0,21	0,58	7,64	15,81	26,39	478,74	118,70
Sédiment 3	LCE_2013_05_12	0,08	0,83	6,21	6,91	29,25	34,27	31,43

Dans les sédiments, l'on note des concentrations élevés en métaux lourds avec une dominance en Chrome et Cobalt. 34,27 <Cr (mg/L) <626,71 ; 31,43 <Co (mg/L) <137,92 ; 5,37 <Cu (mg/L) <15,91 ; 6,21 <Cd (mg/L) <11,46 et le mercure avec 0,08<Hg ( $\mu\text{g/L}$ ) <0,28.



# Poisson

Echantillon	Code	$\omega(\text{Hg})$ / mg/kg	$\omega(\text{Pb})$ / mg/kg	$\omega(\text{Cd})$ / mg/kg	$\omega(\text{Cu})$ / mg/kg	$\omega(\text{Zn})$ / mg/kg	$\omega(\text{Cr})$ / mg/kg	$\omega(\text{Co})$ / mg/kg
<b>Poisson 1</b>	LCE_2013_05_13	<b>0,10</b>	0,44	2,97	0,29	71,90	<b>86,25</b>	80,99
<b>Poisson 2</b>	LCE_2013_05_14	<b>0,05</b>	0,53	1,77	0,52	64,31	<b>139,70</b>	53,32

Dans les poissons,  $86,25 < \text{Cr}$  (mg/kg)  $< 139,7$  ;  $53,32 < \text{Co}$  (mg/kg)  $< 81$  ;  $64,31 < \text{Zn}$  (mg/kg)  $< 71,90$  et le mercure avec  $50 < \text{Hg}$  ( $\mu\text{g}/\text{Kg}$ )  $< 100$ .  
 Limite OMS  $500 \mu\text{g}/\text{Kg}$



(50  $\mu\text{g}/\text{g}$ )



PENSE EM DIMINUIR O MERCÚRIO QUE ESTÁ EM SEU CORPO E COMA OS PEIXES QUE SÃO POUCOS CONTAMINADOS

**PEIXE MUITO CONTAMINADO É VERMELHO**

**PEIXE MAIS OU MENOS CONTAMINADO É LARANJA**

**PEIXE POUCO CONTAMINADO É VERDE**



# **Actions à mener**

# Actions à mener

## Au niveau des pouvoirs publics

- **Prendre des mesures pour structurer les activités d'exploitation minière artisanale à l'échelle nationale.**
- Recenser les lieux d'utilisation du mercure et lancer des initiatives pour sensibiliser les mineurs et les collectivités concernées.
- Adopter des mesures visant à réglementer l'offre de mercure.
- **Renforcer la capacité des collectivités locales pour produire sur le marché de l'or selon des méthodes d'extraction plus propres.**
- **Participer au Partenariat mondial du PNUE sur le mercure qui est ouvert à l'adhésion de nouveaux partenaires et qui pourrait offrir d'excellentes possibilités pour le travail en réseau avec des spécialistes et pour le renforcement des capacités.**

# Projet

- Recenser tous les sites d'orpaillage à l'effet de les encadrer positivement;
- Mener des campagnes d'information, de sensibilisation des orpailleurs sur les risques et dangers liés à l'utilisation et à la manipulation sans protection, ni précaution du mercure,
- Sensibiliser au port obligatoire d'équipements de protection (gants, masques, etc) au niveau des centres de traitement du minerai pendant les opérations d'émanation,

# Projet

- Impliquer les bénéficiaires d'autorisation d'exploitation artisanale de l'or ou responsables des sites d'orpaillage dans la lutte contre l'utilisation anarchique du mercure et le traitement du minerai en dehors des zones prévues à cet effet sur les sites,
- Identifier les solutions appropriées,
- **Tester tous les orpailleurs pour dépister les différentes maladies qu'ils entraînent ou qu'ils pourraient entraîner.**

# Promouvoir des technologies propres:

**Pour**

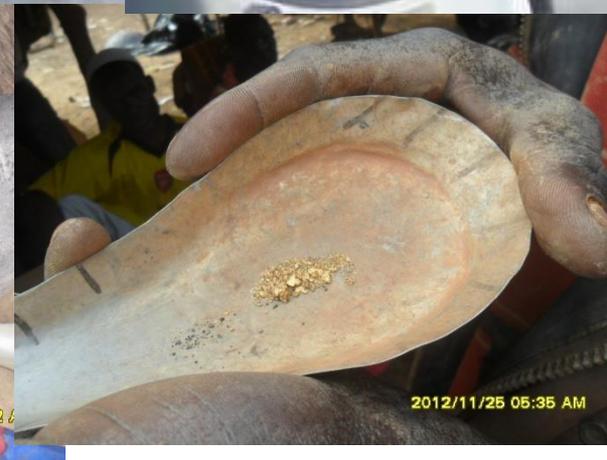
- ✓ **Améliorer la concentration**
- ✓ **Améliorer le traitement et le raffinage**
- ✓ **Éliminer l'utilisation du mercure par la promotion des procédés qui n'utilisent pas le mercure (la lixiviation au cyanure)**

# Promouvoir les procédés qui n'utilisent pas le mercure (Par gravité)

## Tri à la battée

La battée est très utilisée dans les sites d'orpaillage. Cette méthode utilise de l'eau et éjecte les particules légères en dehors de la battée alors que les particules lourdes comme l'or sont concentrées au fond.

L'or est 19 fois plus lourd que l'eau, Le simple tri à la battée fonctionne mieux si l'or est grossier et libre.



# ***La machine Icon™ de Falcon Concentrators***



***Est conçue pour traiter jusqu'à 2 tonnes de minerai à l'heure.  
Ces modèles coûtent entre 5000 et 10000 \$US suivant le type.***

**✓ Améliore la concentration de l'or par centrifugation**

# Vortex



Les vortex permettent d'améliorer la concentration. Durant la dernière étape de production d'un concentré de haute qualité, les vortex sont particulièrement efficaces pour capturer l'or fin.



*Or fin produit  
par un vortex*

# Les Cornues

Pour améliorer le traitement et le raffinage



**Les cornues sont des hottes aspirantes qui permettent de capturer et de recycler le mercure, Ce qui permet d'éviter le chauffage de l'amalgame à l'air libre.**

# Lixiviation au Cyanure: une alternative à l'utilisation du mercure

Cela nécessite donc des investissements, des formations, de la surveillance et de l'innovation.



# CONCLUSION

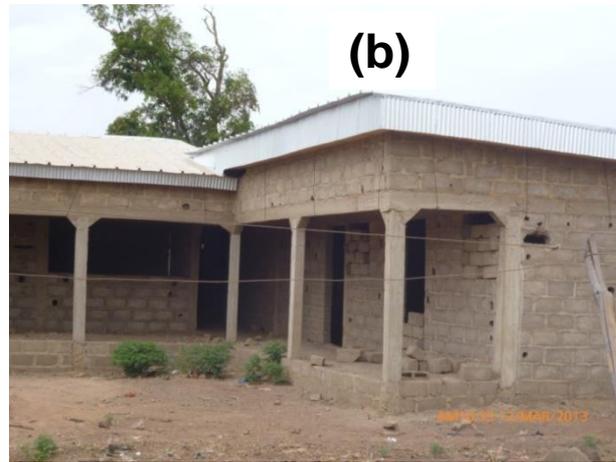
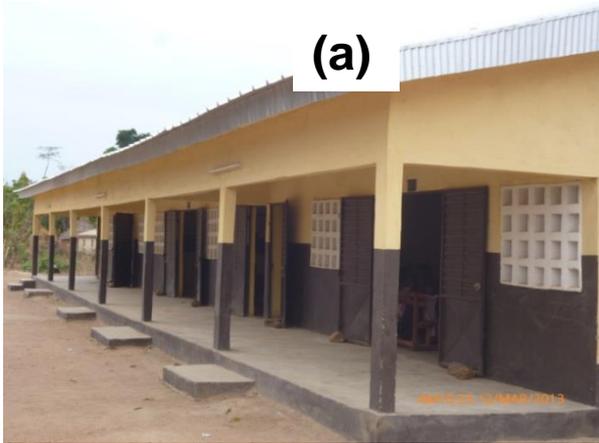
- L'orpaillage est pratiquée dans le monde par quelque 10 à 15 millions de mineurs, dont 4,5 millions de femmes et un million d'enfants. La Côte d'Ivoire s'en trouve confrontée, mais dans l'anarchie ,
- L'usage du mercure dans l'extraction de l'or est la plus grande source d'émissions intentionnelles de mercure, source de nombreuses nuisances
- Malheureusement, l'extraction minière artisanale et à petite échelle de l'or est une importante source de revenus pour les mineurs, particulièrement dans les collectivités rurales et les régions où les débouchés économiques sont extrêmement limités

# PERSPECTIVES

Transformer la richesse minérale en développement local durable par l'organisation des orpailleurs, l'amélioration du traitement et le raffinage des minerais,  
l'élimination de l'utilisation du mercure par la promotion des procédés sans mercure..



# Des œuvres sociales réalisées par les orpailleurs



**(a)** Bâtiment 03 classes construit entièrement **(b)** Salle polyvalente en construction **(c)** : à Taouara Route aménagée **(d)** Bâtiment de 06 classes entièrement construits et équipés en table-bancs en plus du logement des maîtres : à Koumborodougou



**NOUS VOUS REMERCIONS**