



Département d'Enseignement et de Recherche : *Génie Mécanique Énergétique, Mines*

**Dossier Pédagogique et Technique  
pour obtenir le grade de  
MASTER**

Spécialité : *Sciences pour l'Ingénieur*

Mention : *Exploitation minière*

**Thème :**

**« Amélioration de la sécurité et des  
techniques d'exploitations sur les sites d'orpaillages  
(cas pratique des sites d'orpaillage de Fourou) »**

Présenté et soutenu publiquement par :

**Adama KONE**

**N° NINA : 19903304001136A**

Directeur :  
**Dr Moussa THIAM**

Encadrant :  
**Ing Malick DIOP**

*JUIN 2025*

*N° d'ordre*

## **Dédicace**

À ma chère mère,  
Madiara Sogodogo,

En reconnaissance de ton dévouement, de ton amour constant  
et de ton soutien indéfectible tout au long de mon parcours académique.

Ce mémoire est le fruit de ton encouragement permanent  
et de ta présence rassurante.

Reçois ici l'expression de ma profonde gratitude.

Avec tout mon amour.

## Remerciements

Je rends grâce à Dieu Tout-Puissant, source de ma force et de ma foi, pour m'avoir permis de mener à bien ce travail. C'est grâce à Lui que j'ai trouvé l'énergie et la détermination nécessaires pour surmonter les défis de cette recherche.

Un grand remerciement au prophète MOHAMED que la paix et le salut d'Allah soient sur lui ainsi qu'à sa sainte famille.

Je tiens à exprimer ma profonde gratitude à mes parents, qui m'ont soutenu et guidé tout au long de mon parcours. Leur amour et leurs sacrifices m'ont permis d'aller de l'avant et d'accomplir ce travail.

Je remercie également mes frères Aly Koné, Souleymane Koné, Mahamadou Koné, Moussa Koné, Guediouma Danioko ainsi que tout la famille Koné, pour leur soutien constant et leurs encouragements.

Un grand merci à mon tonton Doulaye Koné, mes tantes Aminata Traoré et Fanta Camara et mon frère Yacouba Ouattara pour l'amour et le soutien constant tout au long de ce parcours ;

Je souhaite exprimer ma reconnaissance à mes chers enseignants de l'École Normale d'Enseignement Technique et Professionnel (ENETP) pour la qualité de la formation que j'ai reçue, qui a contribué de manière significative à l'aboutissement de ce travail.

Je tiens à adresser mes plus sincères remerciements à mon encadrant, M. Malick Diop, pour ses précieux conseils, sa disponibilité et son accompagnement tout au long de la réalisation de ce mémoire.

Mes remerciements vont également à mon directeur de mémoire, M. Moussa Thiam, pour sa guidance, sa bienveillance et son expertise, qui m'ont permis de mener ce travail à son terme.

Je tiens à remercier la sous-section du cantonnement forestier de la commune rurale de Fourou, la Mairie de Fourou en particulier le SE.GAL, le personnel du C.S.com de Fourou (le laborantin et le chef du Service d'hygiène et d'assainissement), quelques agents de la Section Environnement de la Mine d'or de Syama ;

Nos sincères remerciements à l'endroit des personnes-ressources comme, les orpailleurs et les « Tomboloma » (les Tomboloma de Tabacroni, Dadjan, Badalabougou, Galamakourou et de Bananso) de la commune rurale qui ont bien voulu se soumettre à nos interrogations ;

Nous remercions également nos camarades de promotion en particulier Abdoulaye Pona, Mamoudou Gana et Oumou Sissoko.

Un vif remerciement aux ingénieurs Amidou Koné, Adama Keita, Oumar Camara.

## Table des matières

Dédicace .....	1
Remerciements .....	2
LISTE DES TABLEAUX .....	8
LISTES DES FIGURES.....	9
Abréviation .....	10
Résumé .....	11
Abstract.....	12
PREMIERE PARTIE: DOSSIER TECHNIQUE .....	13
Introduction .....	14
Chapitre I : Cadre théorique .....	15
I.1. Contexte et justification : .....	15
I.2.Objectifs de la recherche : .....	15
I.3.Problématique : .....	15
I.4.Clarification des concepts .....	16
I.5.1. Situation administrative .....	17
I.5.2 Situation géographique (traits physiques : hydrographie, climat, végétation, sols etc.) .....	17
I.5.2.1. Traits physiques : .....	17
I.5.2.2. Milieu humain (en relation avec l’orpaillage).....	20
I.6. Historique de l’exploitation aurifère dans la commune .....	20
Chapitre II : Revue de la littérature .....	22
II.1 REVUE DOCUMENTAIRE .....	22
II.2 Définitions et concepts du terme “exploitation minière artisanale et à petite échelle .....	22
II.2.1 Définitions et concepts au niveau de la sous-région .....	22
II.2.2 Définition adoptée au Mali .....	23
II.2.3 L’exploitation artisanale inclus également deux notions .....	24
II.2.3.1 L’Orpaillage traditionnel :.....	24
II.2.3.2 L’orpaillage mécanisé : .....	24
II.3 L’organisation des activités d’orpaillage sur le terrain : pluralité des acteurs, pluralité des normes .....	24
CHAPITRE III : CADRE METHODOLOGIQUE.....	28
III.1. Recension des écrits exploités .....	28
III.2. Observation sur le terrain .....	28
III.3. Echantillonnage : .....	28
III.4. Enquête par questionnaire .....	29
III.6. Enquête par entretien.....	29
III.6.1. Entretien libre .....	29

III.6.2. Rôle et place de cette enquête .....	30
III.6.3. Composition et taille de l'échantillon qualitatif .....	30
III.6.4. Guide d'entretien, son administration et traitement des données qualitatives .....	30
III.6.4.1. Guide d'entretien .....	30
III.6.4.2. Administration et son traitement des données qualitatives .....	30
III.7. Difficultés rencontrées et solutions préconisées : .....	31
<b>Chapitre IV : l'analyse des données et l'interprétation des résultats .....</b>	<b>33</b>
IV.1. Analyse des résultats .....	33
IV.1.1. Caractéristiques sociodémographiques .....	33
IV.1.1.1 Répartition des orpailleurs selon la situation matrimoniale de 15 ans et plus .....	33
IV.1.1.2. Répartition des acteurs selon l'âge / année .....	33
IV.1.1.3. Répartition des orpailleurs selon le sexe.....	33
IV.1.1.4. Répartition selon le niveau d'instruction, activités avant l'orpaillage et pays d'origine .....	34
IV.1.1.5. Répartition des acteurs selon l'ancienneté .....	36
IV.1.2. L'orpaillage sur sites visités .....	36
IV.1.2.1. Les soutènements.....	36
IV.1.2 .2 La répartition des puits selon la profondeur .....	36
IV.1.2 .3 La répartition des puits selon la distance entre deux puits.....	37
IV.1.2 .4 L'aérage .....	37
IV.1.2.1.5 L'exhaure .....	37
IV.1. 3 Traitement .....	38
IV.1.3.1 Le concassage .....	38
IV. 1.3.2 Le broyage .....	38
IV.1.3.3 Le tamisage .....	39
IV.1.3.4 Le vannage.....	39
IV.1.3.5 L'utilisation du mercure.....	39
IV.1.3.6 L'utilisation du détergent OMO .....	40
IV. 4 Les outils et équipement utilisés sur les sites étudiés.....	40
IV.5 Technique d'extraction utilisée par les orpailleurs.....	45
IV.6 Méthodes de traitement utilisées par les orpailleurs .....	50
IV.7 Critiques des techniques utilisées par les orpailleurs .....	52
IV.7.1 Technique d'extraction inadaptée .....	52
IV.7.2 L'usage des explosifs non contrôlé par les orpailleurs.....	52
IV.7.3 Technique d'aérage insuffisante.....	52
IV.7.4 Soutènement.....	53
IV.7.5 Technique de traitement non contrôlée .....	53
IV.8 Les problèmes rencontrés dans les exploitations .....	53

IV.8.1 Extraction .....	53
IV.8.2 Soutènement.....	54
IV.8.3 Aérage .....	54
IV.8.4 Les problèmes liés au traitement de minerai .....	54
IV.8.5 Abattage à explosif.....	55
IV.9 Impacts sur l'environnement et la sante .....	55
IV.9.1 Définition de l'environnement .....	55
IV.9.2. Les effets de l'exploitation sur l'environnement.....	56
IV.9.2.1 Les effets positifs .....	56
IV.9.2.2 Les effets négatifs .....	56
<b>Chapitre V : NORMALISATION DE L'ACTIVITÉ .....</b>	<b>60</b>
V.1 Dispositions relatives à la protection de l'environnement, à l'hygiène et à la sécurité .....	60
V.2 La restauration .....	60
V.3 La déviation des cours d'eau pour les activités de lavage .....	61
V.4 La mise en place d'un bassin de décantation.....	61
V.6 Gestion environnementale et méthodes de prévention des risques.....	61
V.6.1 Buts à atteindre .....	61
V.6.2 Les précautions à prendre .....	61
V.6.2.1 Mesures liées à l'exploitation.....	61
V.6.2.2 Lutte contre le fontis .....	62
V.7 Suivi des normes de sécurité .....	62
V.8 Protection des orpailleurs .....	62
V.9 Éducation et instruction des Orpailleurs.....	63
V.10 Transfert de compétences .....	63
<b>CHAPITRES VI : AMÉLIORATION DES TECHNIQUES D'EXPLOITATION .....</b>	<b>64</b>
VI.1 Utilisation de meilleures techniques d'extraction .....	64
VI.1.1 Un minimum de connaissances géologiques pratiques pour les mineurs.....	64
VI.1.2 Imposer des règles minimales de soutènement .....	64
VI.1.3 Mettre en place des pratiques de vérification quotidienne des ouvrages souterrains .....	64
VI.1.4 Imposition d'une distance de sécurité entre les ouvrages d'équipes adjacentes .....	64
VI.1.5 La mise en place systématique d'issues de secours et de puits d'aérage suffisants : .....	64
VI.2 Soutènement.....	65
VI.2.1 Notions de soutènement par boisage.....	65
VI.2.2 Quelques paramètres à connaître qui influencent le dimensionnement de boisage. ....	66
VI.2.3 Nature de roches encaissantes .....	66
VI.2.4 Taux d'infiltration .....	67
VI.2.5 Mesure de taux d'infiltration (expérience).....	67
VI.2.6 Pression de terrain .....	68

VI.2.7 Démarche de calcul .....	69
VI.2.7.1 Méthode de Birbaumer .....	69
VI.2.7.2 Méthode de Terzaghi et Protodiakonov .....	72
VI.3 Traitement .....	74
VI.3.1 Concassage et Broyage .....	74
VI.3.2 Lavage par sluice .....	75
VI.3.3 Récupération par le mercure .....	75
VI.3.4 Etude de cas avec les paramètres proposés .....	76
VI.3.4.1 Proposition actuelle : protocole actuellement utilisé sur le site de Fourou .....	76
VI.3.4.2 Nouvelle Proposition : .....	76
VI.3.4.3 Hypothèses : .....	76
VI.12 Recommandations .....	78
Conclusion .....	79

## DEUXIEME PARTIE : DOSSIER PEDAGOGIAUE

CHAPITRES VII : PRESENTATION DES INSTITUTION ET SUGGESTION .....	81
VII.1 Introduction .....	81
VII.1.2 Défis et enjeu de la formation technique et professionnelle .....	82
VII.1.3 Importance de l'Enseignement Technique et Professionnel au Mali .....	82
VII.2.1 Situation géographique .....	82
VII.2.2 Organisation administrative (organigramme) .....	83
VII.2.3 Organes de gestion scolaire .....	83
VII.2.4 La Direction .....	84
VII.2.5 Conseil des maîtres .....	84
VII.3 Organisations pédagogiques .....	84
VII.3.1 Comité pédagogique .....	84
VII.3.2 Pédagogie et didactique appliquées .....	84
VII.3.3 Comité sportif et culturel .....	84
VII.4 Les syndicats .....	84
VII.5 Filières de formation .....	85
VII.6 Emploi du temps .....	85
VII.7 Effectifs .....	85
VII.8 Fonctionnement des classes .....	86
VII.9 Activités menées .....	86
VII.9.1 Activités pédagogiques .....	86
VII.9.2 Activités parascolaires .....	87
VII.10 Difficultés rencontrées et solution apportées .....	87
VII.10.1 Difficultés Rencontrées .....	87

VII.10.2 SOLUTION APPORTEE .....	88
VII.11 Leçons tirées lors du stage .....	88
VII.11.1 Défis et Perspectives .....	88
VII.11.2 Intérêts.....	88
VII.11. Motivations .....	89
VII.11.4 Points de satisfactions .....	89
VII.12 Suggestions .....	89
VII.12.1 Points de convergence entre le stage et la formation à l'ENETP.....	89
VII.12.2 Points de divergences entre le stage et la formation de l'ENETP.....	90
VII.12.3 Besoins en formation pour rendre votre travail plus efficace .....	90
CHAPITRES VIII : LEÇON MODÈLE .....	92
Bibliographie .....	96
ANNEXE 1 : QUESTIONNAIRE .....	98
ANNEXE 2 : OUTIL DE COLLECTES DES DONNEES DU GUIDE D'ENTRETIEN .....	103
ANNEXE 3 : Glossaire des termes .....	104
ANNEXE 4 : .....	106



## LISTE DES TABLEAUX

Tableau 1: Echantillon des données quantitatives enquête en fonction des sites.....	28
Tableau 2: Répartition des orpailleurs selon la situation matrimoniale de 15 ans et plus .....	33
Tableau 3: Répartition des orpailleurs selon les activités avant l'orpaillage .....	35
Tableau 4: Répartition des acteurs selon l'ancienneté .....	36
Tableau 5: Les soutènements .....	36
Tableau 6: La répartition des puits selon la profondeur .....	36
Tableau 7: L'aérage .....	37
Tableau 8: Le broyage .....	38
Tableau 9: Classification des roches d'après M.M. Protodiakonov. (Résistance à la compression) .....	67
Tableau 10: résultat de mesure de taux d'infiltration .....	68
Tableau 11: Etude comparative .....	77
Tableau 12: Effectifs du Cycle Brevet de Technicien (BT) .....	85
Tableau 13: Effectifs du Certificat d'Aptitude Professionnel (CAP) .....	86
Tableau 14: Outil de collectes des données du guide de l'entretien .....	103

## LISTES DES FIGURES

Figure 1: présentation de la commune rurale de Fourou [4].	19
Figure 2:Le schéma portant sur l'organisation du site [11]	26
Figure 3: Répartition des orpailleurs selon l'âge	33
Figure 4:Répartition des orpailleurs selon le sexe	34
Figure 5:Répartition des orpailleurs selon le niveau d'instruction	34
Figure 6: Répartition des orpailleurs selon les pays d'origine des orpailleurs.	35
Figure 7: La distance entre les puits	37
Figure 8:L'exhaure	38
Figure 9:Le concassage	38
Figure 10: Le tamisage	39
Figure 11:Le vannage	39
Figure 12: Le Mercure	40
Figure 13: Utilisation du détergent OMO	40
Figure 14:le treuil traditionnel (Fourou toubamina) [19]	41
Figure 15:machines utilisées pour l'exhaure (Fourou toubamina) [19].	41
Figure 16:machines utilisées pour l'aérage (Lollè) [19]	41
Figure 17: une rampe de lavage ou le sluice (Fourou) [19]	42
Figure 18:Bois de soutènement (Forou) [19]	42
Figure 19:Pioche à manche longue et courte [19]	43
Figure 20: moulin utilisé pour le broyage (Fourou) [19]	43
Figure 21: Cracheur (Lollè) [19]	44
Figure 22: Appareil détecteur d'or GPX6000 (Galamakourou) [19].	45
Figure 23:Exemple de soutènement d'un puit lors du fonçage (Badalabougou) [19].	46
Figure 24: Différentes parties d'un soutènement en bois [14].	47
Figure 25: Boisage trapézoïdal [14].	48
Figure 26: Mentonnet [14].	48
Figure 27: Erreurs de l'installation de mentonnet [14].	49
Figure 28: Entaille simple [14].	49
Figure 29: Gorge du loup [14].	49
Figure 30:Cul de poule pour la roche meuble ou friable [14].	49
Figure 31:Cul de poule pour la roche dure [14].	49
Figure 32:Exemple de lavage à la batée (Badalabougou) [19]	51
Figure 33:Disposition des déblais dans le site (Fourou) [19]	54
Figure 34:Exemple de galerie sans soutènement (Bananso) [19]	54
Figure 35: Exemple de poussière générer par les concasseurs (Fourou) [19].	57
Figure 36: Principales phases de l'évolution d'un fontis [14].	57
Figure 37: Vache victime de l'apparition d'un fontis [14].	58
Figure 38: Naissance de fissure du toit [14].	65
Figure 39: Mise en place de soutènement de toit [14].	66
Figure 40: Pression en fonction de l'avancement de la galerie [14].	66
Figure 41: Mesure du taux d'infiltration [14].	68
Figure 42: Profondeur où le cloche d'effondrement n'existe pas [14].	69
Figure 43: Cloche d'effondrement [14].	70
Figure 44: Galerie confortée par des pierres de coincement [14].	74
Figure 45:Organigramme de l'IFP	83
Figure 46:Dispositif de rétention d'eau par le sol	106

## **Abréviation**

Au : Or

EMA : Extraction minière artisanale

EMAPE : Extraction minière artisanale et à petite échelle d'or

GIE : Groupement d'Intérêt Economique

Hg : Mercure

OMS : Organisation mondiale de la santé

ONG : Organisation non gouvernementale

FED : Fonds européen de développement

C.F.E.P.C.E.F : Certificat de Fin d'Etudes du Premier Cycle de l'Enseignement Fondamental

D.E. F : Diplôme d'Etude Fondamental

CN: Cyanure

G.P.S: Global Positioning System

EPI : Equipement de Protection Individuel

## Résumé

Ce thème relatif à « Amélioration de la sécurité et des techniques d'exploitations sur les sites d'orpaillages (cas pratique des sites d'orpaillage de Fourou) »

L'objectif de la recherche est d'analyser les techniques d'orpaillage traditionnel à Fourou, identifier les problèmes liés à l'efficacité et à la sécurité de ces techniques et proposer des solutions ou des innovations pour améliorer ces aspects.

L'introduction expose le contexte et justification c'est-à-dire, l'importance de l'orpaillage dans la commune de Fourou sur le plan économiques, sociaux, et environnementaux de l'exploitation artisanale de l'or et les défis rencontrés par les orpailleurs, notamment en termes de sécurité, d'efficacité et d'impact environnemental.

La méthodologie utilisée est la recension des écrits exploités, l'observation sur le terrain, l'enquête par questionnaire, l'échantillonnage, le questionnaire et l'enquête par entretien.

Les résultats de cette étude nous montrent une diversité des acteurs repartis selon le lien de parenté avec le chef de ménage, la situation matrimoniale, l'âge, le sexe, le niveau d'instruction, les activités avant l'orpaillage et les pays d'origine des orpailleurs. A chaque étape de la production d'or, les orpailleurs rencontrent les difficultés qu'ils tentent de surmonter avec des méthodes rudimentaires. L'orpaillage a des effets positifs et négatifs sur les acteurs directs (orpailleurs) et indirects sur des villages qui abritent les sites de la Commune.

Ce mémoire s'intéresse aux techniques d'extraction de l'or utilisées par les orpailleurs de la commune de Fourou, et cherche à proposer des solutions concrètes pour améliorer leur efficacité, leur sécurité, et réduire les impacts environnementaux. En dépit de son rôle important dans les économies locales, l'orpaillage traditionnel reste une activité caractérisée par des méthodes peu efficaces, un faible rendement, des risques élevés pour la santé des travailleurs, ainsi que des effets négatifs sur l'environnement.

Les analyses permettent de tirer des recommandations pour une exploitation rationnelle et une production satisfaisante et sécuritaire.

Enfin un dossier pédagogique accompagne ce mémoire, relatant les expériences vécues lors du stage mais aussi d'une leçon modèle sur l'argile en Matériaux de construction.

Ce thème met l'accent sur des solutions pratiques et directement applicables sur le terrain, offrant ainsi une réelle contribution à l'amélioration des conditions de travail et de la rentabilité des orpailleurs tout en prenant en compte les enjeux.

Mots clés : or, Fourou, exploitation, orpaillage, amélioration, technique.

## **Abstract**

This study focuses on the theme: “Improving Safety and Mining Techniques at Gold Panning Sites (Practical Case of the Gold Panning Sites in Fourou)”.

The objective of the research is to analyze traditional gold panning techniques in Fourou, identify the issues related to their efficiency and safety, and propose solutions or innovations to improve these aspects.

The introduction presents the context and rationale of the study, emphasizing the economic, social, and environmental importance of gold panning in the commune of Fourou, as well as the challenges faced by artisanal miners, particularly in terms of safety, efficiency, and environmental impact.

The methodology employed includes a review of relevant literature, field observations, surveys using questionnaires, sampling methods, and interviews.

The results reveal a diversity of stakeholders, categorized based on their relationship to the household head, marital status, age, gender, level of education, previous occupations, and country of origin. At each stage of gold production, miners face numerous challenges, which they attempt to overcome using rudimentary methods. Gold panning has both positive and negative effects on direct actors (the miners) and indirect impacts on the villages hosting the mining sites in the commune.

This thesis examines the gold extraction techniques used by miners in Fourou and aims to propose practical solutions to improve their efficiency and safety, while reducing environmental impacts. Despite its vital role in local economies, traditional gold panning remains characterized by low efficiency, poor yields, high health risks for workers, and negative environmental consequences.

The analysis leads to recommendations for more rational exploitation and safer, more satisfactory production practices.

Finally, an educational component accompanies this thesis, sharing experiences from the internship and presenting a model lesson on clay as a construction material.

This study emphasizes practical and directly applicable solutions, offering a real contribution to improving working conditions and profitability for gold miners, while addressing broader development challenges.

**Keywords :** gold, Fourou, exploitation, gold panning, improvement, technique.



## PREMIERE PARTIE : DOSSIER TECHNIQUE

## Introduction

L'orpaillage est une pratique très ancienne au Mali. On le fait remonter à l'époque de l'empire du Mali. Encore aujourd'hui, les griots chantent l'or du Bouré et du Bambouk. De cette époque à aujourd'hui, l'orpaillage a constitué une activité soit exclusive, soit complémentaire d'autres activités économiques dans certaines localités du Mali.

Le Code minier malien de 2012, en son article 1er, définit l'orpaillage comme une activité consistant à récupérer l'or contenu dans les gîtes primaires, alluvionnaires et éluvionnaires et pouvant être pratiquée sous la forme artisanale ou mécanisée. Il distingue ainsi l'orpaillage artisanal qui est la récupération de l'or par les procédés simples (sans usage de produits chimiques) en utilisant des équipements rudimentaires de l'orpaillage mécanisé qui consiste en la récupération de l'or par des procédés améliorés avec l'utilisation des machines et équipements [8].

Le riche patrimoine historique et culturel du Mali retrace de nombreux témoignages sur le rôle que l'or a joué dans l'épanouissement des grands empires qui se sont succédé dans la région, depuis le 7<sup>e</sup> siècle. Une illustration de l'importance de la production aurifère de cette époque est le célèbre pèlerinage à la Mecque de L'Empereur du Mali Kankou Moussa en 1325, dont la mention est devenue incontournable dans tout rappel de la gloire et de la prospérité de l'empire du Mali. En effet, au cours de ce voyage vers la terre sainte, l'empereur emporta tant d'or avec lui (environ huit (8) tonnes) qu'il s'ensuivit une dévaluation du cours mondial du précieux métal. Les témoignages les plus frappants sont fournis de nos jours par les nombreuses traces d'anciens travaux d'exploitation artisanale de l'or (Keita S., 2001). L'orpaillage a connu une croissance considérable à partir des années 1980-1990, en raison, d'une part, des effets conjugués de la sécheresse et des Programmes d'ajustement structurel et, d'autre part, de l'augmentation du prix de l'or sur le marché international. Les zones d'orpaillage traditionnelles du Mali, situées dans les régions de Kayes, Koulikoro et Sikasso, ont donc connu un afflux de personnes qui voulaient désormais entreprendre une nouvelle activité réputée rapporter des gains considérables en peu de temps. L'exploitation de ces minéraux pèse très lourd dans les économies locales et contribue au Mali à la survie de populations de plus en plus nombreuses.

L'orpaillage est à l'origine de nombreuses dégradations environnementales. Les principaux problèmes sont liés à la déforestation et la pollution des eaux et des sols. Les sols, quand, ils ne sont pas directement touchés par l'exploitation minière, sont pollués durablement par le rejet de substances toxiques comme le mercure ou le cyanure. Tout d'abord, la précarité des conditions de travail des orpailleurs génère une crise sanitaire majeure. S'il est très difficile d'avoir des chiffres, les décès liés aux éboulements, aux chutes ou aux noyades par inondation des galeries sont fréquents sur les sites d'orpaillages. À cela s'ajoutent les nombreuses pathologies issues de la pollution environnementale déclenchée par les techniques utilisées et l'absence de précautions. La fréquence et la gravité des accidents auxquels sont exposés les artisans mineurs peuvent être réduites si des mesures adéquates sont prises.

Ce thème met l'accent sur des solutions pratiques et directement applicables sur le terrain, offrant ainsi une réelle contribution à l'amélioration des conditions de travail et de la rentabilité des orpailleurs de la commune de Fourou tout en prenant en compte les enjeux. Le but visé est de donner aux orpailleurs les bases pratiques indispensables, pour une meilleure gestion des techniques de creusement en souterrain, de pouvoir identifier et prévenir les risques encourus et de maximiser la récupération des éléments recherchés à l'aide des outils et procédés peu coûteux accessibles par tous en fournissant moins d'efforts dans le respect strict de l'environnement.

## **Chapitre I : Cadre théorique**

Dans ce chapitre nous développerons la problématique et la présentation de la commune rurale de Fourou.

### **I.1. Contexte et justification :**

Les sites d'orpaillage traditionnel au Mali en particulier et de l'Afrique en général ont toujours fait l'objet de dégradation de l'environnement caractérisée par la destruction du milieu biophysique et humain. La commune de Fourou n'est pas à l'abri de cette situation de dégradation. Compte tenu de cette dégradation continue et poussée de l'environnement dans ces sites, les chercheurs de divers domaines et des spécialités différentes se sont intéressés à cette activité afin d'étudier les comportements des phénomènes sociaux ainsi que les impacts et les effets négatifs et positifs engendrés par cette activité sur l'environnement, d'analyser la pratique organisationnelle des sites d'orpaillage, et de proposer des techniques d'amélioration etc. En dépit de ceux-ci, nous avons été motivés d'entreprendre la recherche relative à « Amélioration de la sécurité et des techniques d'exploitations sur les sites d'orpaillages (cas pratique des sites d'orpaillage de Fourou) ». Ceci nous permettra d'appréhender les perceptions, les savoirs locaux, des techniques rendant le travail moins risqué et les actions possibles de restauration des sites d'orpaillage.

### **I.2.Objectifs de la recherche :**

L'objectif principal du mémoire serait de tester et d'implémenter des méthodes plus modernes ou adaptées tout en respectant les réalités locales et d'étudier les effets de l'orpaillage sur la population et l'environnement dans la commune rurale de Fourou. Cela inclurait l'intégration de technologies simples mais efficaces la réduction de l'utilisation de mercure, et la mise en place de pratiques plus sûres pour les travailleurs. Et vise également à :

Analyser les effets de l'orpaillage sur l'environnement.

Proposer les stratégies pour réduire les effets néfastes de l'orpaillage.

### **I.3.Problématique :**

L'orpaillage entraîne des enjeux sur le milieu biophysique, humain et socio-économique. Cette activité d'extraction artisanale de l'or a fait l'objet de plusieurs recherches dans le but d'appréhender ses impacts significatifs notamment la dégradation du sol, de la végétation, la désertification, l'infiltration des hydrocarbures dans le sol, l'émission de poussière, de bruits, etc. Il a également fait sa partition dans la production minière globale du pays et sur l'économie locale.

Avec l'orpaillage, l'affaiblissement des revenus agricoles compromettrait la capacité des chefs de ménage à faire face aux charges familiales et réduit les possibilités d'embauche de la main-d'œuvre extérieure ce qui galvanise la ruée de la population à cette activité. L'exploitation minière artisanale provoque une recomposition socio spatiale dans un contexte marqué par l'augmentation des cours de l'or sur le marché international.

Les questions de recherche qui sous-entendent ce thème : « Amélioration de la sécurité et des techniques d'exploitations sur les sites d'orpaillages (cas pratique sur les sites d'orpaillage de Fourou) » sont entre autres :

Comment optimiser les techniques d'orpaillage traditionnel afin d'améliorer l'efficacité et la sécurité des exploitations artisanales d'or sur les sites de Fourou ?



Quels sont les effets de l'orpaillage sur l'environnement ?

Quelles sont les stratégies à mettre en œuvre pour réduire les effets néfastes de l'orpaillage ?

#### **I.4. Clarification des concepts**

**Cyanure** : C'est un élément chimique de symbole CN formé d'un atome de carbone lié par une triple liaison à un atome d'azote. C'est un poison extrêmement violent naturellement présent dans certaines plantes et qui connaît une large gamme d'utilisation dans le domaine industriel [4].

**Environnement** : l'ensemble perçu comme une entité, dans un espace et en un temps donné, des facteurs physiques, chimiques, biologiques et sociaux, susceptibles d'avoir un effet direct ou indirect, immédiat ou à long terme, sur l'espèce humaine et ses activités et sur les espèces animales et végétales (Aïcha TRAORÉ, 2004).

**Exploitation** : l'ensemble des travaux de développement, de construction et d'installation, d'extraction, de transport, d'analyse et de traitement effectués sur un gisement et/ou un site donné pour transformer les substances minérales en produits commercialisables et/ou utilisables, ainsi que les travaux de gestion des impacts de l'activité sur l'environnement naturel et social, de réhabilitation des sites affectés, et des travaux nécessaires pour satisfaire aux obligations rattachées au droit d'exploiter conformément aux dispositions du présent Code (Aïcha TRAORÉ, 2004).

**Exploitation artisanale** : toute opération à petite échelle qui consiste à extraire et concentrer des substances minérales provenant des gîtes primaires et secondaires affleurants ou sub-affleurant et en récupérer les produits marchands en utilisant des méthodes et procédés manuels ou traditionnels, y compris l'orpaillage artisanal (Aïcha TRAORÉ, 2004).

**Haldes, terrils de Mines et résidus d'exploitation minière et/ou de Carrière** : tous rejets, déblais, résidus d'exploitation de mines et/ou de carrières. **Mercure** : C'est un métal blanc-argenté de symbole Hg et de numéro atomique 80 dans la classification de Mendeleïev. Il fait partie de la famille des métaux lourds comme le cadmium, le plomb ou le zinc. Son point de fusion est de -38,9°C, son point d'ébullition est de 357,3°C et c'est le seul métal qui demeure sous forme liquide à la température ambiante (INRS, 2004) (ROAMBA, 2014).

**Orpaillage** : l'activité à petite échelle consistant à récupérer l'or contenu dans les gîtes primaires, alluvionnaires et éluvionnaires à l'intérieur d'un couloir d'exploitation artisanale par les procédés manuels associant des équipements rudimentaires, sans utilisation de produits chimiques, qui peut être indifféremment appelé orpaillage traditionnel ou orpaillage artisanal ou manuel, le tout désignant la même activité exercée dans un couloir d'exploitation artisanale (Aïcha TRAORÉ, 2004).

**Plan de fermeture et de réhabilitation** : le document comprenant l'ensemble des méthodes de démantèlement et de récupération de toutes les composantes, des installations minières et des travaux de réhabilitation progressifs à réaliser en cours d'exploitation et à la cessation de l'exploitation (Aïcha TRAORÉ, 2004).

**Réhabilitation** : Ensemble des opérations (dépollution, résorption, contrôles institutionnels, réaménagement, démolition ...) effectuées pour rendre (ou redonner) un site apte à un usage donné. Ce terme est employé de façon générale pour désigner les opérations menées sur un site pollué dans le cadre de sa remise en état [4].

**La restauration écologique** : processus qui assiste l'autoréparation d'un écosystème qui a été dégradé, endommagé ou détruit.

La SER la définit aussi comme « la transformation intentionnelle d'un milieu pour y rétablir l'écosystème considéré comme indigène et historique ». Le but de cette intervention est de revenir à la structure, à la diversité et à la dynamique de cet écosystème. » La restauration est considérée ici sensu stricto. Il est aussi proposé le terme de restauration sensu lato, qui qualifie le fait de stopper la dégradation et de tenter, en priorité, de rétablir les fonctions essentielles (production, autoreproduction, etc.) et la structure générale de l'écosystème préexistant [4].

**Remarque :** la restauration écologique est la pratique qui consiste à restaurer les écosystèmes, mis en œuvre par les opérateurs et gestionnaires de projets, tandis que l'écologie de la restauration est la science sur laquelle se base la pratique (Laurent Lhuillier et B. Fogliani (Institut Agronomique néo-Calédonien) et Gildas Gâteblé et Tanguy Jaffré (Institute of Research for Development), 2017).

**La revégétalisations (ou végétalisation) :** vise à reconstituer un couvert végétal d'un terrain dénudé par l'action de l'homme ou par l'effet de catastrophes naturelles.

## **I.5. Présentation du milieu d'étude**

### **I.5.1. Situation administrative**

Créée par la loi N°96-059 du 04 novembre 1996, la commune rurale de Fourou est administrée par un conseil communal de vingt-quatre membres (24) membres dont le Maire et 3 Adjoints (bureau communal). Le conseil communal est l'organe de prise de décision au niveau de la commune.

La commune de Fourou est située dans la partie Ouest du cercle de Kadiolo dont elle fait partie. Fourou, son chef-lieu de commune, est distant de Kadiolo de 55 km.

Elle est composée de 24 villages et de 5 hameaux [6].

### **I.5.2 Situation géographique (traits physiques : hydrographie, climat, végétation, sols etc.)**

#### **I.5.2.1. Traits physiques :**

##### **Hydrographie**

La commune est arrosée par quelques cours d'eau dont les plus importants sont le Bagoué entre la commune de Fourou et la République de la Côte d'Ivoire ; le **Banifing** qui sert les communes de Tiongui (cercle de Kolondièba), Fourou (cercle de Kadiolo) et Lobougoula (Cercle de Sikasso).

Les mares les plus importantes sont : Lollè à 7km de Fourou et Dièou à 12 km au Nord-est. La pluviométrie annuelle enregistrée par les services techniques avoisine les 1500 mm de pluies par an [6].

##### **Climat**

Le climat est de type soudanien et se caractérise par une alternance très prononcée entre une saison sèche qui s'étend de Novembre à Avril, dominée par des vents secs venant du Sahara (harmattan) et une saison pluvieuse qui s'étend de Mai à octobre avec des vents humides venant du golfe de Guinée (mousson)

Sur l'année, la température moyenne à Fourou est de **27.6°C** et les précipitations sont en moyenne de **841.4 mm**

Des précipitations moyennes de **6.1 mm** font du mois de décembre le mois le plus sec. En août, les précipitations sont les plus importantes de l'année avec une moyenne de **190.3 mm** [6].

Au mois d'avril, la température moyenne est de 31.3°C. Avril est de ce fait le mois le plus chaud de l'année. Décembre est le mois le plus froid de l'année. La température moyenne est de 25.2°C à cette période.

Le record de chaleur est de 48°C enregistré le dimanche 24 février 1985 et le record de froid de 6°C enregistré le dimanche 22 août 1976 (source météo Sikasso) [6].

### **Végétation**

La végétation est dominée par des espèces telles que le Néré, le Karité, le Baobab et le Caïcedrat. Une forêt classée de 14 184 ha est située dans le village de Kamberké [6].

### **Sol**

D'une manière générale, nous pouvons dire que dans la commune rurale de Fourou les sols sont pauvres à cause de l'érosion hydrique. Nous rencontrons dans la commune, des sols argileux, des sols sablonneux, des sols gravillonnaires, des sols limoneux, des sols limonés argileux et des sols argilosablonneux. Les activités d'extraction artisanale de l'or affectent profondément le sol et le sous-sol, en enlevant les couches arabes, damant le sol et en exposant les substrats saprolitiques en extérieur. Ces milliers de trous favorisent l'érosion hydrique pendant la saison pluvieuse [6].

### **Relief et localisation**

Le relief est accidenté, caractérisé par des collines que l'on rencontre sur l'axe Diou –Fourou, des plaines et des bas-fonds autour des rivières. Il a une altitude moyenne de 350 m à 450 m et est dominé par les plaines et le Plateau.

La commune dispose d'importantes superficies en plaines aménageables. D'une manière générale, les sols de la commune sont pauvres à cause des effets d'érosion hydrique. On y rencontre des sols argileux rougeâtres et latéritiques, tantôt calcaires souvent composés de cristallins. Les plateaux sont souvent formés par de vastes tables latéritiques d'où émergent de gros blocs ferrugineux, autrefois, exploités par les forgerons Sénoufos. Ils fabriquaient des outils de l'agriculture, de la guerre et de la chasse. Elle a une latitude de 6° 08' 38" ouest et une longitude de 10° 44' 23" nord. L'extraction minière artisanale dans la commune rurale de Fourou modifie le relief des sites et favorise l'érosion hydrique. Les terres arables des sites d'exploitation sont excavées et certaines parties sont piétinées par les orpailleurs. Ce qui les a rendus défavorables en la revégétalisations immédiate [6].

## CARTE DE PRESENTATION DE LA COMMUNE DE FOUROU

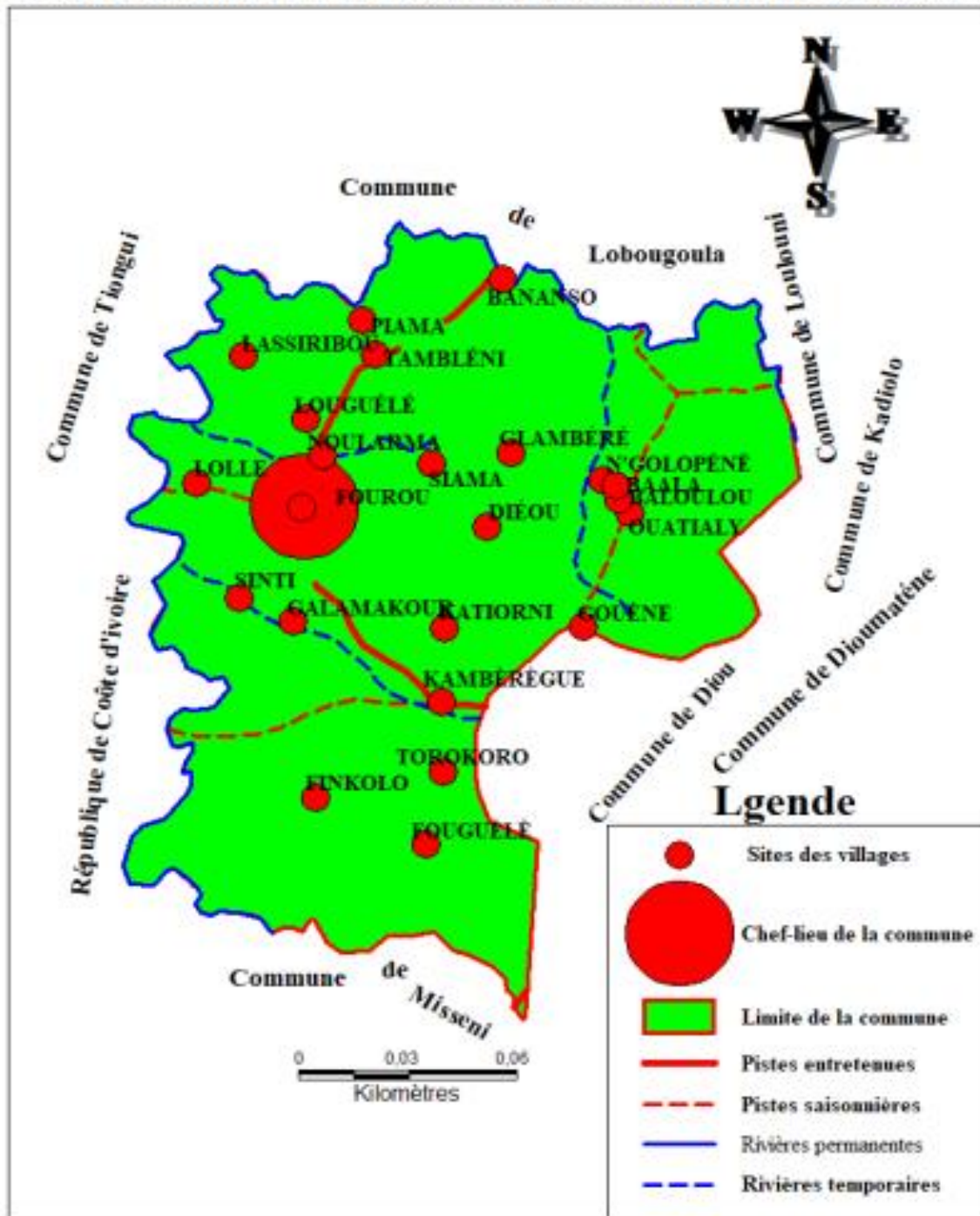


Figure 1: présentation de la commune rurale de Fourou [4].

### **I.5.2.2. Milieu humain (en relation avec l'orpaillage)**

#### **Activités et langues dominantes**

L'économie de la commune est basée sur l'agriculture et l'élevage.

A ces deux principales activités s'ajoutent le petit commerce, l'artisanat, la pêche et la cueillette (Karité, Néré).

Les langues dominantes sont : le sénoufo, le samogho, le bamanan et le Peuhl [6].

#### **Agriculture**

Elle constitue la principale activité économique pratiquée par la presque totalité de la population. Le système de production est de type extensif avec des rotations culturales entre quelques spéculations. Les principales spéculations sont : le coton, le maïs, le sorgho, le mil, le riz [6].

#### **Elevage**

L'élevage est la deuxième activité pratiquée par les populations et sert de soutien à l'agriculture. Le cheptel est composé de 38 010 bovins, 21 000 ovins, 34 380 caprins, 1 500 asins, 02 équins, 162 300 volailles. (Source SLPIA Kadiolo 2017, rapport annuel) [6].

### **I.6. Historique de l'exploitation aurifère dans la commune**

« L'exploitation artisanale de l'or avait existé bien avant. "Peut-être, les périodes du règne de Kankou Moussa" puisque les traces d'anciennes carrières existaient. Un "Tomboloma du village de Finkolo" disait ainsi, "avant l'avènement de l'orpaillage dans notre village il y'avait des traces des anciennes carrières dans les environs de notre village. Parfois, on se servait de ces anciens sites pour puiser nos eaux à boire dans le champ, au cours de la chasse et du pâturage des animaux. Certaines disaient que ce sont les sites d'extraction du fer par nos ancêtres pour la fabrication des matériaux de guerres, de la chasse, de l'agriculture, etc.". Cependant, vers les années 2000, avec l'ouverture de la mine d'or de Syama, beaucoup de Malinkés sont venus à Fourou à la recherche du travail. Ils étaient des spécialistes de l'exploitation traditionnelle l'or. N'ayant pas de l'emploi à la Mine de Syama, certains se sont livrés à l'exploitation traditionnelle de l'or, singulièrement l'exploitation alluvionnaire de l'or dans des cours d'eau de la commune. Les deux principaux cours d'eau font l'objet de la pratique de l'orpaillage c'est-à-dire les affluents de Bafing et de Bagoé. Pendant cette exploitation, ils découvrirent pour la première fois les filons d'or du lit mineur du Bagoé vers la terre ferme d'Alhamdoulillaye, ils demandèrent alors au chef de village par les canaux des habitants du hameau d'Alhamdoulillaye une autorisation de s'installer et d'exploiter. Les habitants du hameau d'Alhamdoulillaye leur renvoient chez les propriétaires de terre à Finkolo. C'est ainsi que le chef de village de Finkolo a autorisé les orpailleurs à faire de l'exploitation du site et à s'installer. Cette exploitation a duré quelques années quand les ressources ont commencé à se raréfier, ils commencèrent leur exploitation sur le long du Bagoé jusqu'à Dadjan, où ils découvrirent un filon d'or. Ils demandèrent à nouveau une autorisation d'exploitation au chef de village de 26 Finkolo. Chaque jour, ils quittèrent Alhamdoulillaye pour le site de Dadjan. Quand les orpailleurs quittèrent d'Alhamdoulillaye, ils disaient en dioula, nous allons travailler à "Dadjan" "qui veut dire en français le site lointain". Ainsi est venu le nom du site. Plus le site attire des orpailleurs, ils demandèrent

au chef de village de Finkolo l'autorisation de s'installer. Le site s'est agrandi et devient le plus grand site de la commune. Selon un Tomboloma à Finkolo, les années 2003 à 2006, le "site de Machogo à Misséni" a attiré la majeure partie des résidents de Dadjan. Après les deux sites de Finkolo c'est-à-dire celui d'Alhamdoulillaye et de Dadjan, l'orpaillage s'est propagé dans la commune jusqu'à atteindre le nombre de sites que nous connaissons aujourd'hui. Tous les sites de la commune se sont inspirés des sites de Finkolo et de Machogo pour commencer leur exploitation ».

**(Entretien réalisé en 2024 par les différents Tomboloma des sites de la commune) :**

## **Chapitre II : Revue de la littérature**

Tout travail de recherche scientifique exige une démarche stratégique structurée autour d'un certain nombre d'étapes que sont les suivantes :

- ✓ La recherche documentaire
- ✓ La démarche méthodologique

### **II.1 REVUE DOCUMENTAIRE**

Une consultation bibliographique a été faite essentiellement sur la base des documents techniques disponibles sur le réseau internet (articles de presse, articles scientifiques, sites internet des entreprises minières, des ministères des mines et bibliothèque de recherche). Les informations obtenues à partir de ces recherches ont permis de comprendre toute la complexité des questions relatives à la problématique de traitement et son impact sur l'environnement, de construire un point de vue et de clarifier certains concepts. La limite principale de cette revue documentaire a été l'inaccessibilité de certaines données clés relatives à ce sujet (rapports d'études de traitement et l'impact environnemental, etc.) auprès des entreprises minières, des services techniques des ministères de l'environnement et des mines, du fait du caractère sensible de ces informations.

### **II.2 Définitions et concepts du terme “exploitation minière artisanale et à petite échelle**

#### **II.2.1 Définitions et concepts au niveau de la sous-région**

Le terme « exploitation minière artisanale et à petite échelle » fait l'objet d'un grand débat au niveau de la sous-région. D'une façon générale, les principaux critères communément évoqués dans les tentatives pour définir le contenu précis de ce terme sont :

- ❖ La dimension physique du gisement et la continuité ou non des opérations d'exploitation ;
- ❖ La structure organisationnelle des artisans et leur mode de gestion ;
- ❖ L'importance de l'investissement qu'elle requiert et le chiffre d'affaires qu'elle génère ;
- ❖ Le nombre et le niveau de qualification des travailleurs impliqués dans l'unité de production, et enfin ;
- ❖ Le type d'équipement, le degré de mécanisation et le niveau de technologie mis-en-œuvre.

Cependant, au niveau du choix de ces critères, de leurs importances relatives les unes par rapport aux autres et des associations que l'on peut faire de certains d'entre eux dans le cadre de cette définition, l'unanimité est loin d'être faite. Il en résulte que la signification accordée au terme « exploitation minière artisanale et à petite échelle » sur la base de ces critères est très relative, tant il est vrai que leur importance est fonction de l'environnement économique général, du développement minier du pays, du degré de l'évolution technique et technologique et, enfin de la nature des minéraux exploités. Ceci est particulièrement vrai pour les critères de dimension physique du gisement, de l'importance du chiffre d'affaires, du nombre de travailleurs et du type de gestion. C'est justement à cause de cette relativité conceptuelle que dans un

grand nombre de textes législatifs et/ou réglementaires des pays africains de la sous-région, il est assez fréquemment fait référence aux moyens limités et à la précarité des technologies et techniques opératoires utilisées dans la définition de l'exploitation minière artisanale et à petite échelle. Prenant conscience de l'importance des exploitations minières artisanale et à petite échelle, les pays membres de l'Autorité du Liptako-Gourma (ALG) qui regroupe le Mali, le Niger et le Burkina Faso, ont lancé des réflexions à travers différents séminaires tenus à Ouagadougou, à Niamey et à Bamako. Ces séminaires ont recommandé entre autres, de favoriser les échanges d'expérience et de définir une terminologie applicable au concept de l'exploitation minière artisanale et à petite échelle. Ainsi, lors du deuxième séminaire sur la promotion des petites exploitations minières tenu à Niamey du 5 au 9 Novembre 1990, la définition suivante du concept de l'exploitation minière artisanale et à petite échelle a été proposée :

- ❖ L'exploitation artisanale : étant l'exploitation de substances minérales par des procédés artisanaux sans que cette exploitation ne soit précédée de la mise en évidence d'un gisement ;
- ❖ La petite mine : étant une exploitation minière de petite taille, permanente, possédant un minimum d'installations fixes, utilisant dans les règles de l'art, des procédés semi-industriels ou industriels et fondée sur la mise en évidence préalable d'un gisement.

La détermination de la taille devrait être fonction d'un certain nombre de paramètres interactifs comme la dimension des réserves, le niveau des investissements, le rythme de production, le nombre d'employés, la plus-value annuelle et le degré de mécanisation. En d'autres termes, compte tenu du faible niveau de développement des pays membres de l'ALG, caractérisé par l'état de sous-équipement général, les moyens financiers limités et la faible évolution technologique actuelle dans leur ensemble, le terme « exploitation minière à petite échelle », embrasse dans ces conditions, l'ensemble des opérations minières (artisanales, semi mécanisées ou semi-industrielles) qui n'exigent ni gros équipements, ni de lourds investissements, ni de technologies sophistiquées. En somme, il s'agit d'opérations minières aisément maîtrisées ou maîtrisables technologiquement et financièrement par des populations peu ou faiblement équipés et disposant de moyens réduits, prises à l'échelon individuel, familial, d'associations ou de coopératives corporatistes. A partir de cette approche consensuelle sur la terminologie de base, toutes les législations minières intervenues dans les trois pays de l'ALG, après 1990, ont adopté cette définition en la modulant suivant les réalités locales et les principes et critères de classification ainsi définis. Dans notre étude nous allons nous intéresser principalement aux définitions adoptées au Mali [18].

## **II.2.2 Définition adoptée au Mali**

En intégrant les différents critères de classification et le caractère traditionnel de l'exploitation minière artisanale et à petite échelle, le code minier du Mali s'appuie sur les considérations de simplicité des équipements utilisés et des technologies mises en œuvre, d'une part et la faiblesse des investissements nécessaires à l'opération ainsi que la non indispensable grande qualification des travailleurs miniers, d'autre part. Sur cette base, les dispositions du code minier identifient deux grands types d'activités dans le concept de l'exploitation minière artisanale et à petite échelle et les définissent comme suit :



**Exploitation artisanale :** toute opération à petite échelle qui consiste à extraire et concentrer des substances minérales provenant des gîtes primaires et secondaires affleurant ou sub-affleurant et en récupérer les produits marchands en utilisant des méthodes et procédés manuels ou traditionnels, y compris l'orpaillage artisanal [18] ;

**Couloir d'Exploitation artisanale :** la bande de terrain libre de tout titre minier déterminée par l'administration chargée des Mines conjointement avec les services chargés de l'Administration territoriale et de l'Environnement, dévolue aux Collectivités territoriales et réservée exclusivement à l'exploitation artisanale des substances minérales sur une durée limitée, y compris l'orpaillage [18] ;

**Orpaillage :** l'activité à petite échelle consistant à récupérer l'or contenu dans les gîtes primaires, alluvionnaires et éluvionnaires à l'intérieur d'un couloir d'exploitation artisanale par les procédés manuels associant des équipements rudimentaires, sans utilisation de produits chimiques, qui peut être indifféremment appelée orpaillage traditionnel ou orpaillage artisanal ou manuel, le tout d'artisanale [18] ;

### **II.2.3 L'exploitation artisanale inclut également deux notions**

#### **II.2.3.1 L'Orpaillage traditionnel :**

Toute activité qui consiste à récupérer par des procédés artisanaux, des substances précieuses en l'occurrence l'or et le diamant contenu dans les alluvions, les éluvions provenant de gîtes primaires, affleurant ou sub-affleurant. Cette activité reste organisée par la communauté villageoise [18] ;

#### **II.2.3.2 L'orpaillage mécanisé :**

Toute activité d'orpaillage mieux structurée que l'orpaillage traditionnel et qui fait appel à l'usage de certaines machines telles que :

- outils à main ; treuils manuels ; moto pompes ; pompes à membranes électriques ; compresseurs ; treuils mécaniques ; marteaux piqueurs ; concasseurs ; broyeurs [18].

### **II.3 L'organisation des activités d'orpaillage sur le terrain : pluralité des acteurs, pluralité des normes**

#### **Les principaux acteurs**

L'orpaillage est pratiqué sur des terres qui ne sont généralement pas immatriculées et sont coutumièrement détenues par les communautés. Ces terres peuvent ainsi faire partie du patrimoine foncier d'une famille ou du terroir villageois contrôlé soit par le chef de village, soit par le chef des terres. Aussi, l'ouverture des sites d'orpaillage n'obéit pas aux règles fixées par la législation minière, mais plutôt à des règles coutumières qui existent depuis fort longtemps.

C'est dans ce contexte qu'évoluent les principaux acteurs de l'exploitation artisanale que sont le damantigui, les tomboloma et les orpailleurs.

#### **➤ Le damantigui ou Dougoukolotigui**

C'est le détenteur de la terre sur laquelle l'activité d'orpaillage est exercée. Il peut être le chef d'une famille ou le chef de village. Dans certaines localités, c'est le chef des terres. C'est lui qui donne l'autorisation d'occuper une place sur la bande de terre érigée en place. Dans le village de Fourou, le site d'orpaillage au Sud-Est appartient à une grande famille, Toubamna et au Sud-Ouest celui de la famille Sanogo. Quant aux sites de Badalabougou (Lollè), de Galamakourou, les sites appartiennent aux chefs de village. Dans le village de Bananso, Tembleni, les sites appartiennent à quelques familles.

En tant que détenteurs coutumiers des terres, les damantigui perçoivent des droits d'accès aux sites d'orpaillage.

Les **damantigui** et les autorités villageoises organisent et contrôlent les activités d'orpaillage à travers les tomboloma.

#### ➤ **Les tomboloma**

Ils sont chargés d'assurer la police du site. Ils coordonnent l'ensemble des activités à travers principalement trois volets : le prélèvement des taxes sur les exploitants intervenant sur le site, l'application des mesures de sécurité sur le site en prévenant les conflits, les accidents et les vols, l'exercice de la justice en tranchant tous les litiges qui surviennent sur le site.

Pour assurer leur mission, les tomboloma sont structurés en cinq groupes : le 1er groupe s'occupe du contrôle des aliments vendus sur le site ; le 2e groupe s'occupe de la gestion du marché sur le site ; le 3e groupe assure la garde du site ; le 4e groupe s'occupe de la permanence administrative ; et le 5e groupe suit les mouvements des orpailleurs sur le site.

#### ➤ **Les orpailleurs**

Ce sont les exploitants qui demandent auprès des damantigui l'autorisation d'ouvrir ou d'accéder à des sites d'orpaillages. Ils forment des équipes qui travaillent selon une répartition des tâches dans l'exploitation et le traitement des minerais. Si autrefois, l'orpaillage était exercé par les agriculteurs pendant la saison sèche, aujourd'hui, il est devenu une activité à plein temps pour la plupart des orpailleurs. De fait, les villages qui abritent les sites d'orpaillage sont envahis par des exploitants venus d'autres localités du pays et également des pays étrangers. Sur les sites de la commune de Fourou, on dénombre des ressortissants de la Guinée, du Sénégal et du Burkina Faso.

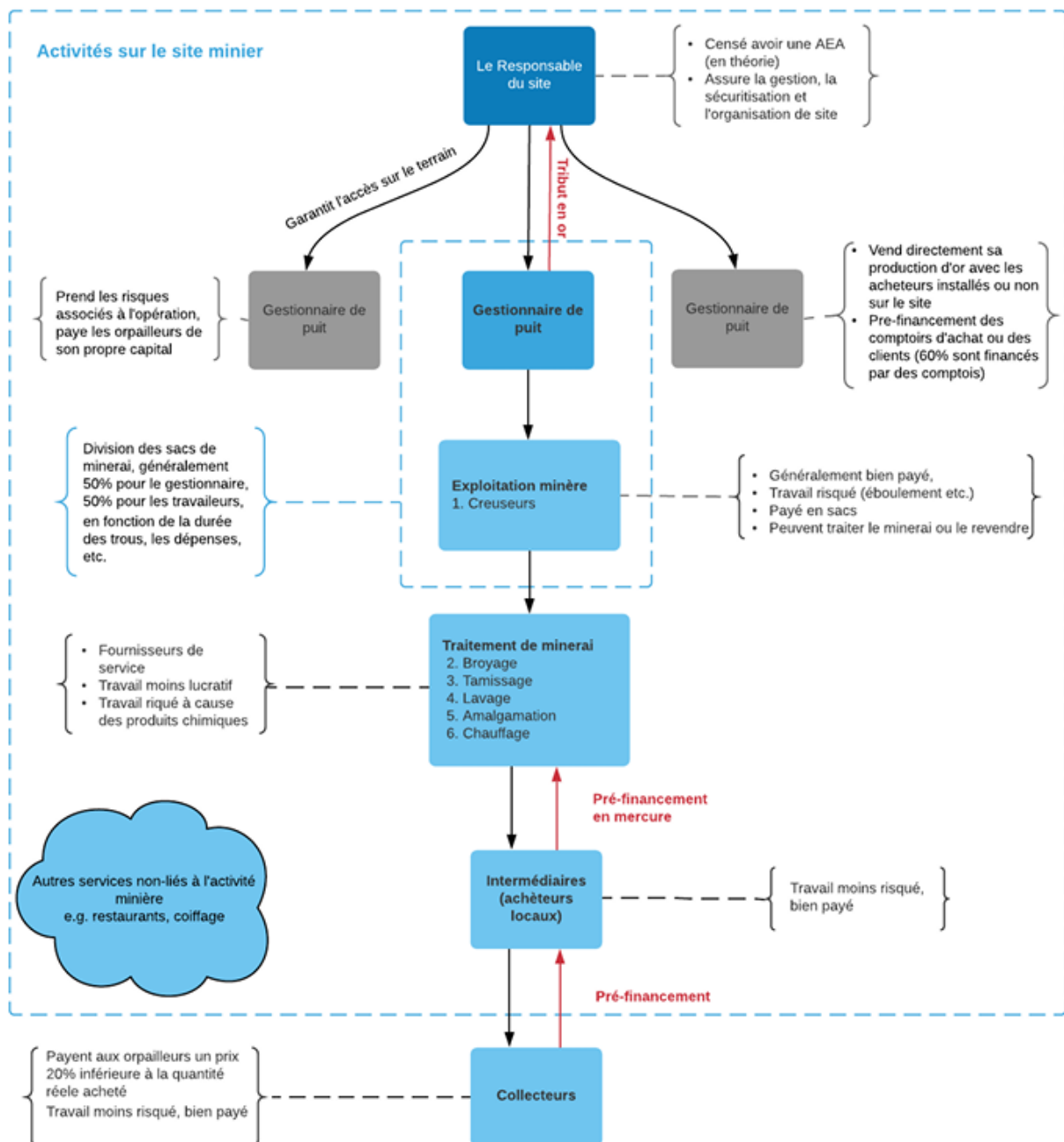


Figure 2: Le schéma portant sur l'organisation du site [11]

### ➤ Les règles

S'il échappe aux règles du droit positif, l'orpaillage est pratiqué selon des règles qui peuvent varier selon les sites, mais obéissent à des logiques du droit coutumier par leur caractère le plus souvent lié aux croyances traditionnelles. Ces règles établissent des interdictions ou des autorisations dont la non-observation par l'orpailler peut entraîner des sanctions allant de la simple réprimande à l'amende ou même au bannissement du contrevenant. Elles comportent également des mesures d'autorisation.

Sur le site, les interdictions sont principalement le travail durant les journées du vendredi et du kébé tournante, les rapports sexuels, la présence de cordonnier, l'introduction de chien, le travail dans les puits et galeries en cas d'accidents ou de mort dans les galeries, le fait de ramener au village le corps d'un mineur mort dans une galerie, le vol, introduction dans le puit d'autrui ou

accidenté par cachette. On comprend bien qu'il y a des construits sociaux autour de ces interdits qui peuvent également être fondés sur des considérations pratiques.

En termes d'obligations, tout orpailleur doit contribuer aux dépenses sacrificielles du site, respecter les consignes de la police minière locale, payer le droit coutumier d'accès au site, respecter l'organisation coutumière en place. Tout exploitant est autorisé à choisir librement son équipe et son équipement de travail, de vendre librement l'or qu'il exploite, d'abandonner ou de céder un puits.

Au titre des droits perçus par les damantigui ou Dougoukolotigui, chaque trou est creusé contre le paiement de la somme de 10000 FCFA (environ 15 euros) ou un tiers de minerais extrait, dans certains sites. Les tomboloma peuvent également exiger des orpailleurs le paiement d'un droit d'entrer sur le site qui peut s'élever de 250 FCFA (environ 0,38 centime d'euros) à 500 FCFA (environ 0,75 centime d'euros). Officiellement, ces sommes sont perçues comme frais de participation aux rites de sacrifices destinés à favoriser la production d'or sur le site.

## CHAPITRE III : CADRE METHODOLOGIQUE

Le cadre méthodologique que nous utiliserons pour l'élaboration de ce mémoire est la recension des écrits exploités, l'observation sur le terrain, l'enquête par questionnaire, l'échantillonnage, le questionnaire, son administration et le traitement des données quantitatives, l'enquête par entretien, le rôle et la place de cette enquête, la composition et la taille de l'échantillon qualitatif, l'administration et le traitement des données qualitatives et le guide d'entretien, son administration et le traitement des données qualitatives.

### III.1. Recension des écrits exploités

Pour l'approfondissement de nos connaissances sur notre thème, intitulé, Optimisation des techniques d'orpaillage traditionnel : Vers une amélioration de l'efficacité et de la sécurité dans l'exploitation artisanale de l'or sur les sites d'orpaillage de Fourou nous nous sommes intéressés sur un nombre de sites Web pour l'exploration des travaux déjà faits et mieux aborder le terrain.

Ces sites web ainsi consulté nous ont permis de découvrir les ouvrages, les mémoires et les articles qui ont traités l'orpaillage sur toutes ces thématiques (formes) et par des spécialistes de divers domaines. Parmi ces documents ainsi consultés, nous les avons présentés en thématique. Ces thématiques ont pour centre d'intérêt ceux qui traitent l'orpaillage sous ces diverses formes, la réhabilitation et la restauration et enfin l'exploitation artisanale et environnement marin. Ces différentes thématiques abordées nous ont permis de mieux cerner le contexte de notre thème et les limites des autres chercheurs ayant investi leurs recherches sur l'orpaillage.

### III.2. Observation sur le terrain

Sur le terrain, elle sera accompagnée par un guide d'observation qui est construit à partir de ces indicateurs et qui désigne les comportements à observer. Notre observation sera portée sur les types d'équipements utilisés, les techniques employés et espèces végétales plus adaptées aux différents sites dégradés dont ils feront l'objet de restauration ou de réhabilitation dans les jours à venir. Cette observation nous permettra de caractériser l'activité, les impacts et risques environnementaux et sanitaires occasionnés, les types de graines et de plants et sera toujours accompagné d'un appareil photo pour la prise d'images et d'un GPS pour la prise des coordonnées géographiques.

### III.3. Echantillonnage :

L'échantillonnage, que nous utiliserons pour la collecte des données est l'échantillon empirique typique ou à choix raisonné. Nous avons fait ce choix parce qu'il nous permettra d'orienter vers des personnes susceptibles de nous donner des informations dont on a besoin. Nos enquêtes concernent cent quarante (140) personnes impliquant toutes les catégories sociales et toutes les nationalités. La taille de l'échantillon des différents sites est choisie en tenant compte de notre population cible. En effet, la population des sites d'orpaillage traditionnel est une population flottante, car les orpailleurs se déplacent en fonction de la découverte d'un filon d'or. Nous avons opté pour une taille standard d'échantillonnage en fonction de cette mobilité des orpailleurs. Ainsi, tous les sites ont vingt (20) enquêtés c'est-à-dire les sites de Fourou, Bananso, Sinty, Tabacroni, Badalabougou, Galamakourou et Finkolo.

*Tableau 1: Echantillon des données quantitatives enquête en fonction des sites.*

Noms des sites	Effectifs
Badalabougou	20
Bananso	20
Finkolo	20

<b>Galamakourou</b>	<b>20</b>
<b>Tabacoroni</b>	<b>20</b>
<b>Sinty</b>	<b>20</b>
<b>Fourou</b>	<b>20</b>
<b>Total</b>	<b>140</b>

Après, l'administration des questionnaires, nous avons procédé à la validation de ceux-ci. Ainsi, nous avons comptabilisé un échantillon de cent vingt (120) fiches bien remplies. Les autres vingt (20) fiches partiellement remplies et celles dont les idées sont incohérentes ont été retirées et détruites.

### **III.4. Enquête par questionnaire**

Pour le questionnaire, nous choisirons un échantillon aléatoire pour l'ensemble de la population du site et celui du milieu environnant pour analyser les impacts de l'orpaillage et de faire une étude de réhabilitation des sites post exploitation. Plus la population est nombreuse dans le site et ces environnants, plus il y a des personnes à enquêter. Nous utiliserons des questions ouvertes ou fermées pour avoir des données quantitatives auprès des enquêtés de toutes les classes d'âge, des niveaux d'instruction et du statut social d'où le choix de cet outil.

#### **➤ Questionnaire, son administration et traitement des données**

L'administration du questionnaire consistera à la prise en contact avec les autorités administratives et politiques de la commune rurale de Fourou, visées par notre mission, en respectant les us et coutumes et les modes organisationnels des sites concernés, le choix des enquêtés et l'administration proprement dite du questionnaire. Les informations recueillies sur le terrain lors des enquêtes seront dépouillées et ensuite introduites dans les logiciels tels qu'Excel, Word, SPSS et Mappe-infos pour leur épuration, la saisie et la tabulation des différentes données issues de l'entretien quantitatif. Les variables vont être croisées. Excel et SPSS nous permettront de faire des tabulations statistiques, la saisie et la réalisation de différentes figures issues des enquêtes par questionnaire. Les données recueillies par des enquêtés vont être rédigées et être introduites dans le logiciel Word automatiquement. Les prises de vue faites lors de la phase d'observation seront incorporées dans le logiciel Word et commentées.

### **III.6. Enquête par entretien**

Pour la collection des informations qualitatives, nous utiliserons l'entretien semi-directif ou semi-dirigé. Les guides d'entretien nous permettront de faire un tête-à-tête entre nous et les enquêtés, dans le but d'obtenir des informations sous forme de discours.

#### **III.6.1. Entretien libre**

C'est un type d'entretien dans lequel l'enquêté organise son discours à partir d'un thème qui lui est proposé ou qu'il a choisi (le stimulus ou la consigne). Il choisit librement les idées qu'il va développer sans limitation, sans cadre préétabli.

L'enquêteur joue un rôle de stimulateur et de facilitateur et par ses interventions, montre qu'il comprend. Il doit apparaître comme quelqu'un de neutre, capable de tout entendre, mais sans être indifférent, qui ne suggère, ni n'évalue, ni n'argumente.

Pour infirmer ou confirmer notre hypothèse, nous fixerons nos investigations sur des acteurs directement ou indirectement visés par l'exploitation de l'or dans la commune rurale de Fourou à condition que les acteurs puissent nous fournir des informations utiles.

### **III.6.2. Rôle et place de cette enquête**

L'enquête par entretien, comme son nom indique, est une liste récapitulative des thèmes susceptible d'apporter des informations complémentaires aux données rassemblées par le questionnaire. Elle est « Un procédé d'investigation scientifique, utilisant un processus de communication verbale, pour recueillir des informations en relation avec le but fixé. » (M. Grawitz, 1993 : 570). Sachant que le questionnaire en lui seul ne peut pas fournir des informations précieuses, l'enquête par entretien joue un rôle primordial dans une recherche en science sociale et contribue pleinement à l'élaboration des données qualitatives. Elle se caractérise par sa souplesse dans la mesure où c'est des questions ouvertes qui sont posées et que l'enquêté a le champ libre de répondre aux questions à moindre que l'enquêteur ne l'orienter sur la bonne voie. La souplesse de la méthode ne signifie pas nécessairement une complète spontanéité de l'interviewé et une totale neutralité du chercheur. Les propos de l'interviewé sont toujours liés à la relation spécifique qui le lie au chercheur et ce dernier ne peut donc les interpréter valablement que s'il les considère comme tels. La place de l'entretien dans notre étude est une fonction de complémentarité connaissant que le questionnaire en lui seul ne peut pas fournir toutes les informations.

### **III.6.3. Composition et taille de l'échantillon qualitatif**

Pour la collecte des données qualitatives, nous procédons par l'échantillonnage de « boule déneige ». Nous avons opté pour ce choix parce qu'il nous permet d'aller sur le terrain et d'identifier les personnes les plus informées sur notre thème. À la fin de chaque personne interviewée, nous demanderons si l'enquêté connaît une autre personne du milieu qui peut aussi nous donner beaucoup d'informations. Ce qui nous permettra de nous orienter vers celui-ci afin de lui interroger.

Dans ce guide, les enquêtes porteront essentiellement autour de nos questions de recherche qui sont en corrélation avec nos objectifs de recherche. Les acteurs concernés figurent dans l'encadré ci-dessous.

### **III.6.4. Guide d'entretien, son administration et traitement des données qualitatives**

Ce chapeau comprend deux (2) parties à savoir le guide d'entretien, son Administration et le traitement des données qualitatives.

#### **III.6.4.1. Guide d'entretien**

Le guide d'entretien a porté sur des axes suivants :

- Historique de l'exploitation aurifère dans la commune ;
- Historique des sites d'orpaillage ;
- Évolution des équipements ;
- Effets de l'orpaillage sur l'environnement, la population et la réhabilitation des sites orpaillage.

S'agissant de cette photo, elle illustre notre passage sur le site de Tabacroni pour l'administration des questionnaires et du guide d'entretien. Cet entretien s'est fait avec le chef de Tomboloma du site.

#### **III.6.4.2. Administration et son traitement des données qualitatives**

L'administration des données qualitatives consistera à la prise de contact avec les autorités administratives, politiques, les ONG, les associations, les coopératives, les GIE, la section environnementale de la mine de Syama, les partenaires techniques et financiers œuvrant dans le domaine de l'orpaillage ou pas et toutes autres personnes-ressources susceptibles de fournir des informations en respectant scrupuleusement les us et costumes du milieu d'étude et en fonction du choix des enquêtés et l'administration dudit entretien.

A chaque site d'orpaillage, nous invitons le conseil de village et les chefs d'administration des sites d'orpaillage pour énoncer le but de notre mission s'ils acceptent, nous procéderons à notre enquête, dans les cas échéants, nous expliquerons qui nous sommes et l'objet de notre étude tout en démontrant que sa finalité n'a aucun incident. Ceci nous permettra d'expliquer les avantages de cette étude. Tout ce travail sera facile du fait de notre appartenance culturelle et linguistique dans le milieu.

La collecte des données qualitatives relatives à l'observation et à l'entretien, nous partirons à la catégorisation des informations en fonction des chapitres ou rubriques préétablis en corrélation avec nos objectifs de recherche. Cette classification de ces informations nous facilitera la rédaction du mémoire. Pendant la phase de la rédaction, les photos commentées et les différentes informations classifiées seront incorporées dans le document Word.

### **III.7. Difficultés rencontrées et solutions préconisées :**

Les difficultés rencontrées et les solutions préconisées sont multiples et variées. Certaines difficultés ont pu être solutionnées, par contre certaines n'ont trouvé de solutions. Elles seront détaillées par la suite.

La réalisation de tous les travaux scientifiques n'épargne des difficultés, c'est dans cette optique s'est inscrite la nôtre. Les principales difficultés que nous avons rencontrées sont d'ordre financier, logistique, la méfiance des orpailleurs envers nous, l'indisponibilité des orpailleurs, la lourdeur de certains agents des services déconcentrés de l'État, la multitude des questionnaires et le contenu vaste du guide d'entretien qui ont suscité des réactions des orpailleurs et des personnes-ressources envers nous.

La conception des questionnaires et du guide d'entretien a failli être un problème que nous mentionnerons dans les difficultés, car la plupart des enquêtés ont jugé qu'ils étaient très volumineux et nécessitent beaucoup plus de temps qu'ils n'ont pas pendant la journée. La phase du guide d'entretien a suscité de vives réactions de la part de certains agents de certains services déconcentrés de l'État parfois incompréhensibles au début de l'administration par nous. Elles se sont manifestées par des rendez-vous multiples. La dernière difficulté se résume au fait que les services de renseignements sont fréquents dans la commune pour traquer les marchandes des stupéfiants. Par conséquent, toute personne qui a l'air de ressembler à un fonctionnaire ou qui tient un bout de papier est systématiquement rejetée par les orpailleurs par la crainte de n'est pas se retrouvé dans la prison.

Ces craintes des orpailleurs nous ont permis de retenir des slogans qui sont les suivants : « N'y été le respect et l'importance que vous m'aviez accorder, sans quoi nous n'en avons pas le temps pour ses conneries. » « Nous avons quitté chez nous à la recherche de l'or, nous ne sommes pas venus ici pour faire la politique ! Bonne journée ? » « Si vous n'interrompez cet entretien avec vos multiples thèmes, nous irons vous laisser seul ! ».

Chaque difficulté a une solution que nous aborderons dans le chapitre suivant. Pour surmonter les difficultés énumérées ci-dessus, nous avons procédé à ces actions suivantes :



- ✓ Pour gagner l'esprit des orpailleurs dans l'administration des questionnaires, nous sommes passés par les canaux des Tomboloma. Cela nous a permis d'administrer la quasi-totalité des questionnaires ;
- ✓ Le rejet par certains agents des structures étatiques au motif que le guide d'entretien est volumineux a été effacé par une supplication de m'accorder un minimum de temps ;

## Chapitre IV : l'analyse des données et l'interprétation des résultats

### IV.1. Analyse des résultats

#### IV.1.1. Caractéristiques sociodémographiques

##### IV.1.1.1 Répartition des orpailleurs selon la situation matrimoniale de 15 ans et plus

Tableau 2: Répartition des orpailleurs selon la situation matrimoniale de 15 ans et plus

Situation matrimoniale	Effectifs	Pourcentage
Célibataires	65	54%
Marié(es)	46	38%
Divorcé(es)	9	8%
Total	120	100%

Concernant la répartition des orpailleurs selon la situation matrimoniale des 15 ans et plus, nous constatons que les célibataires sont plus nombreux (54 % :TAB2).

Les célibataires jeunes ont moins de tâches et constituent les bras valides de l'activité d'extraction de l'or. Ils sont à la recherche de l'argent pour la prise en charge familiale, de l'achat des moyens de mobilité, des intrants agricoles, de lots et participent activement à la construction de la parcelle de leurs parents.

##### IV.1.1.2. Répartition des acteurs selon l'âge / année

S'agissant de la répartition des orpailleurs selon l'âge, nous observons un taux élevé de 83,3 % des enquêtés qui ont moins de 40 ans (Figure3).

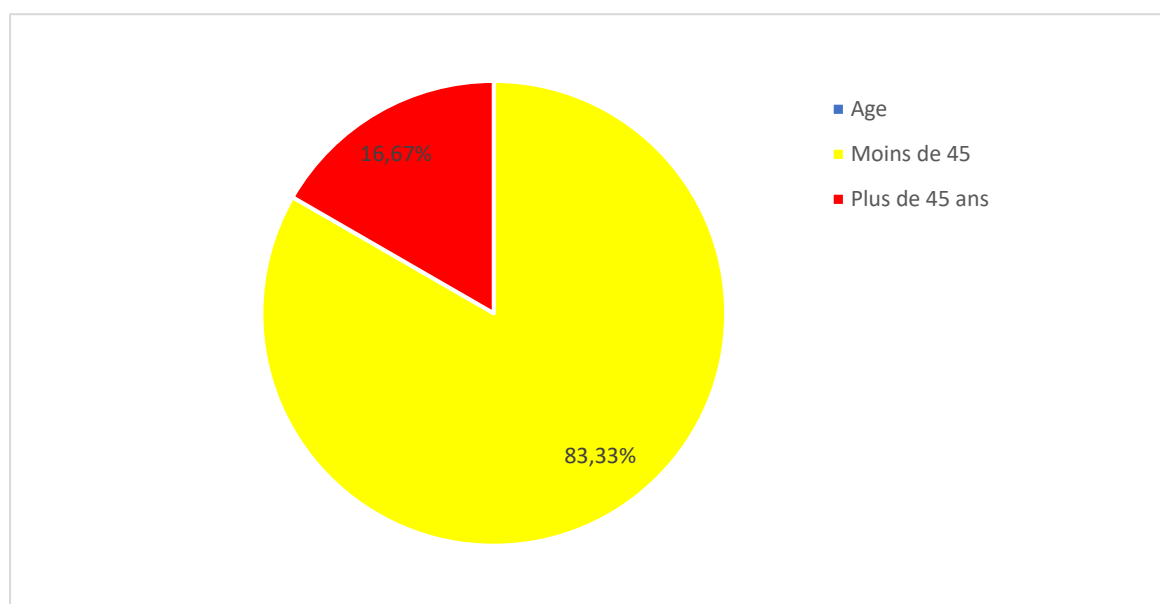


Figure 3: Répartition des orpailleurs selon l'âge

Ce constat caractérise la jeunesse des orpailleurs à l'image de la population malienne caractérisée par une fécondité élevée et d'une espérance de vie qui se rétrécit au fur et à mesure que l'âge avance.

##### IV.1.1.3. Répartition des orpailleurs selon le sexe

Du côté du sexe, nous apercevons que les hommes sont très nombreux, avec un taux de 70 % (Figure4).

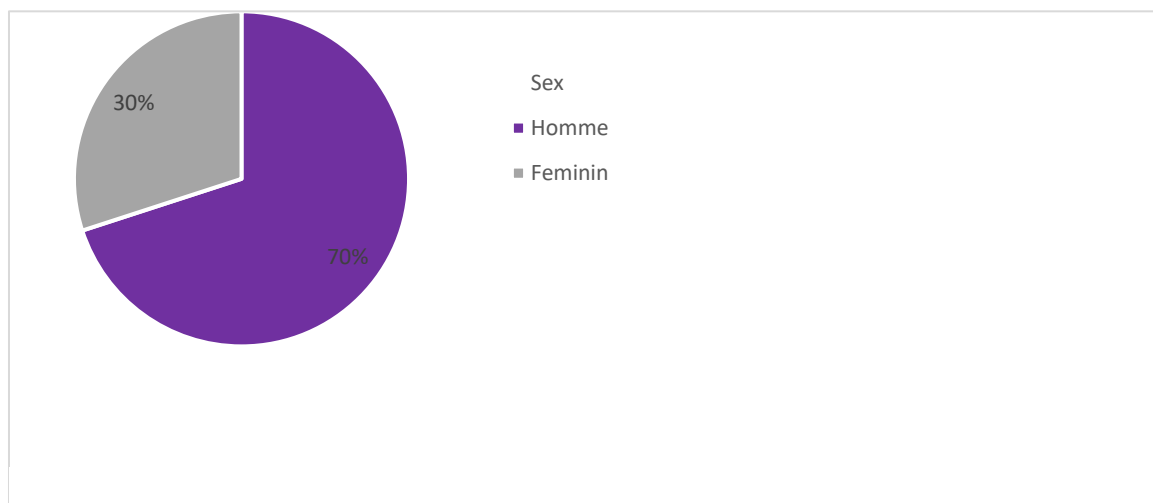


Figure 4: Répartition des orpailleurs selon le sexe

Le sexe masculin est très représenté dans les sites d'extraction traditionnelle de l'or de notre zone d'étude, car, les hommes laissent leur famille dans la zone de départ, à la recherche de l'argent, pour mieux préparer la campagne agricole. Certains autochtones abandonnent leurs femmes dans leur village, par crainte de les perdre dans les sites. D'après les tomboloma de la famille toubamina (Fourou) le nombre de femme augmente chaque jours grâce au réalisations (achats des moto et construction de bâtiment) faites par celles qui travaillent dans le site.

#### IV.1.1.4. Répartition selon le niveau d'instruction, activités avant l'orpaillage et pays d'origine

Le niveau d'instruction permet de voir si l'individu a fréquenté l'école à des cycles différents ou s'il a reçu des cours d'alphabétisation.

Niveau d'instruction, activités avant l'orpaillage et pays d'origine La répartition des orpailleurs selon le niveau d'instruction, les données de l'enquête montrent que les enquêtés ayant le niveau primaire sont les plus nombreux (52,9 % : Figure5).

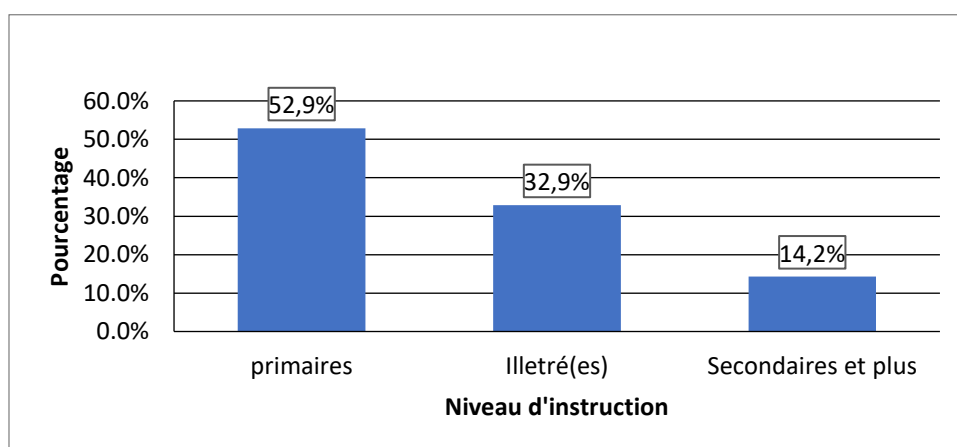


Figure 5: Répartition des orpailleurs selon le niveau d'instruction

Cette situation met en lumière que le C.F.E.P.C.E.F et D.E.F ont constitué un obstacle pour des enquêtés dans leur scolarité. Ils ont dû abandonner l'école au profit de l'argent issu de l'orpaillage ou de l'apprentissage d'autres métiers. Parmi ces métiers, nous retenons la maçonnerie, la soudure, la plomberie, l'agriculture, la bijouterie, etc. Des enquêtés avaient perdu leurs emplois ou n'avaient pas trouvé les moyens pour exercer leurs métiers.

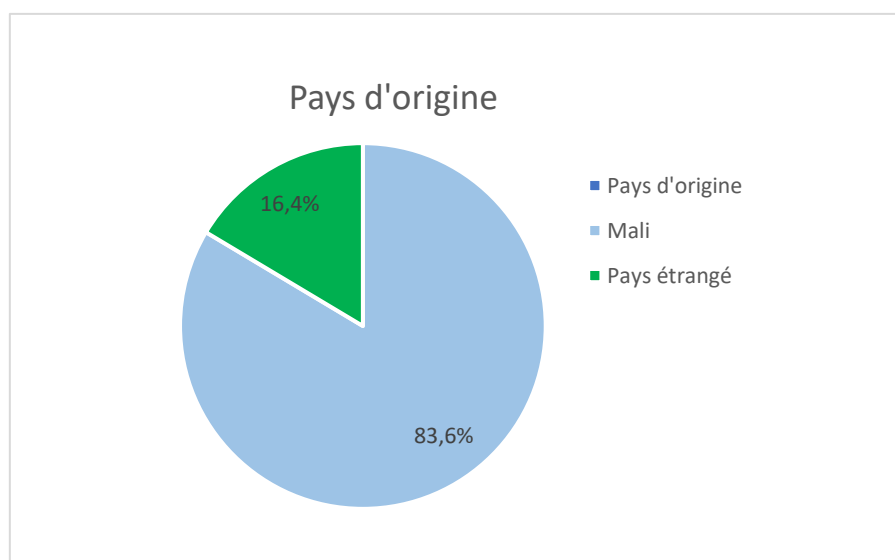
Dans le domaine de la répartition des orpailleurs selon les activités avant l'orpaillage, il apparaît clairement un nombre considérable d'agriculteurs, de pêcheurs et d'éleveurs (61 %).

*Tableau 3: Répartition des orpailleurs selon les activités avant l'orpaillage*

Activités	Effectifs	Pourcentage
Agriculture, pêche et élevage	73	61%
Artisanat et commerce	30	25%
Autres	17	14%
Total	120	100%

Des enquêtés sont venue à la recherche de l'argent pour l'ouverture de leur atelier. Ces types de qualification sont prédominants en milieu rural au Mali, en général et en particulier dans notre champ d'étude.

À propos de la répartition de la population selon les pays d'origine des orpailleurs, nous remarquons que les maliens étaient les plus nombreux avec une proportion de 83,6 %.



*Figure 6: Répartition des orpailleurs selon les pays d'origine des orpailleurs.*

Suite à la proximité des sites, leur accès facile, les conditions d'exploitation de l'or en Côte d'Ivoire (pays voisin), les conditions d'installation dans les sites d'exploitation, les conditions de commercialisation de l'or et les tracasseries de la gendarmerie et des Tomboloma Ivoiriens, font en sorte que les

orpailleurs aiment travailler au Mali plus qu'en Côte d'Ivoire. La notion de comptoirs impacte les revenus des maliens en Côte d'Ivoire. Sur chaque carat d'or, ils perdent des milliers de francs CFA. Ces sommes recouvrées aux orpailleurs servent à réparer les dommages causés par l'activité d'extraction de l'or sur l'environnement biophysique après l'épuisement des ressources. Elle fait chuter le prix de l'or en Côte d'Ivoire. Par exemple, quand le prix est à 25 000 francs CFA au Mali, il oscille entre 15 000 et 17 500 francs CFA en Côte d'Ivoire.

#### IV.1.1.5. Répartition des acteurs selon l'ancienneté

Tableau 4: Répartition des acteurs selon l'ancienneté

Ancienneté	Effectif	Pourcentage
1 - 5 ans	60	50%
6 - 10 ans	44	37%
10 ans et plus	16	13%
Total	120	100%

L'ancienneté dans l'unité de production est une information qui permet de déterminer le temps que l'individu a effectué dans l'exercice de ses fonctions. Les données sur l'ancienneté des orpailleurs de l'activité d'extraction du minerai indiquent que 50 % des individus faisaient moins de 6 ans dans l'orpaillage. Cela est dû à l'augmentation du nombre d'orpailleurs chaque année.

#### IV.1.2. L'orpaillage sur sites visités

##### IV.1.2.1. Les soutènements

Tableau 5: Les soutènements

Soutènement	Effectif	Pourcentage %
Bois et sacs de déblais	60	60%
Sacs à déblais	10	10%
Aucun	30	30%
Total	100	100%

Le tableau n° montre que 30% des individus n'utilisaient aucun soutènement pour la sécurité car ils estiment que les puits moins profonds et de gisement alluvionnaire ne dure que quelque semaine. Ce pendant beaucoup préfère abandonner le plus vite possible.

##### IV.1.2.2 La répartition des puits selon la profondeur

Tableau 6: La répartition des puits selon la profondeur

Profondeur de puits (m)	Effectif	Pourcentage %
1-10m	36	36%
10-20m	33	33%
20-40m	21	21%
40-70	10	10%
Total	100	100%

Les puits d'un à dix mètres étaient plus représentés et plus généralement l'orpaillage de type alluvionnaire.

#### IV.1.2 .3 La répartition des puits selon la distance entre deux puits

La distance observée entre les puits dans le site est comprise entre deux (2) à trois (3) mètres et présente 84% (Figure7)

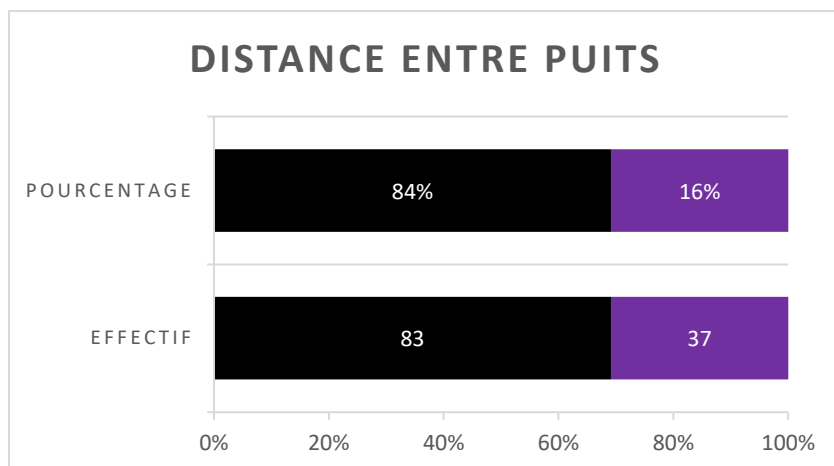


Figure 7: La distance entre les puits

#### IV.1.2 .4 L'aérage

Tableau 7:L'aérage

Aérage	Effectif	Pourcentage%.
Aérage avec machine	64	64%
Aérage simple	27	27%
Aucun aérage	9	9%
Total	100	100%

L'aérage avec machine est la plus la fréquente et présente 64% et cela est du à la profondeur des puits.

#### IV.1.2.1.5 L'exhaure

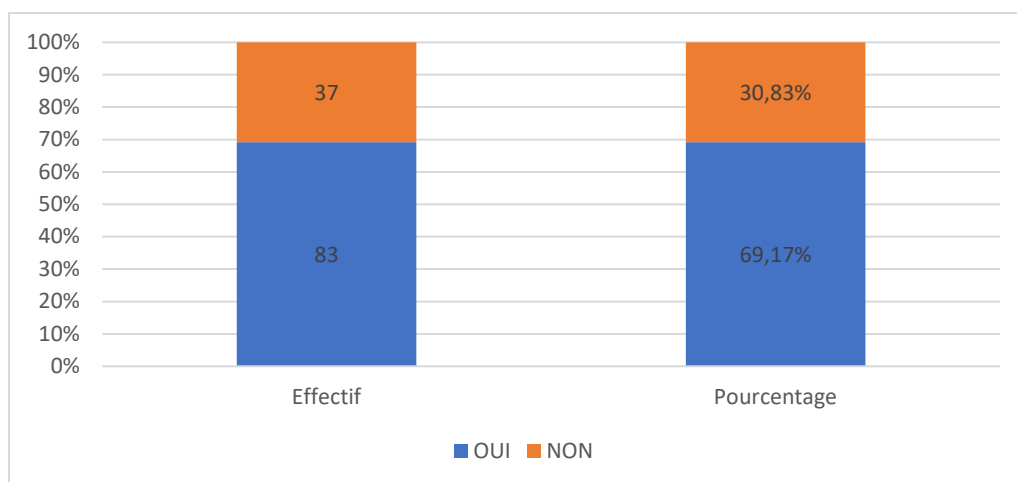


Figure 8:L'exhaure

L'analyse des données nous montre que 69 ,2% des individus pratiquaient l'exhaure.

### IV.1. 3 Traitement

#### IV.1.3.1 Le concassage

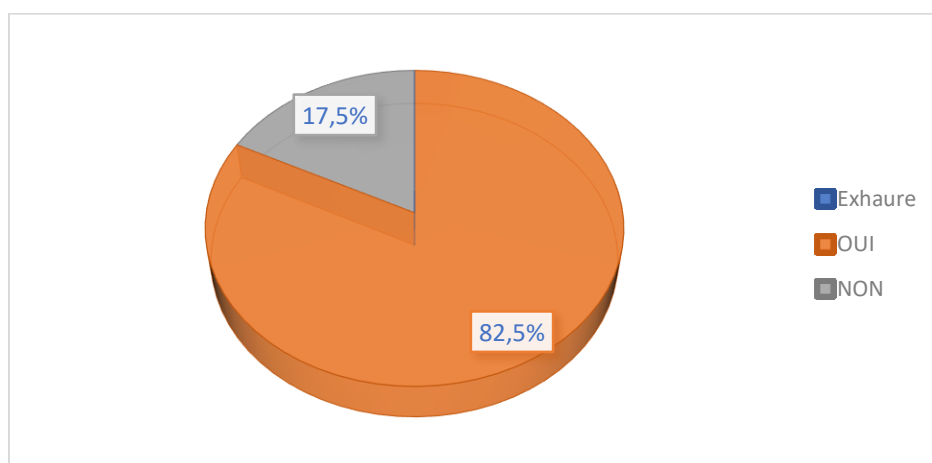


Figure 9:Le concassage

L'analyse des données nous montre que 82,5% des individus faisaient le concassage manuellement.

#### IV. 1.3.2 Le broyage

Tableau 8:Le broyage

Broyage	Effectif	Pourcentage %
Manuel et mécanique	40	40%
Mécanique	10	10%
Manuel	20	20%
Aucun broyage	30	30%
Total	100	100%

Dans la pratique du broyage, 40% des individus la faisaient manuellement et mécaniquement.

#### IV.1.3.3 Le tamisage

La pratique de tamisage était faite par 64,2% des individus.

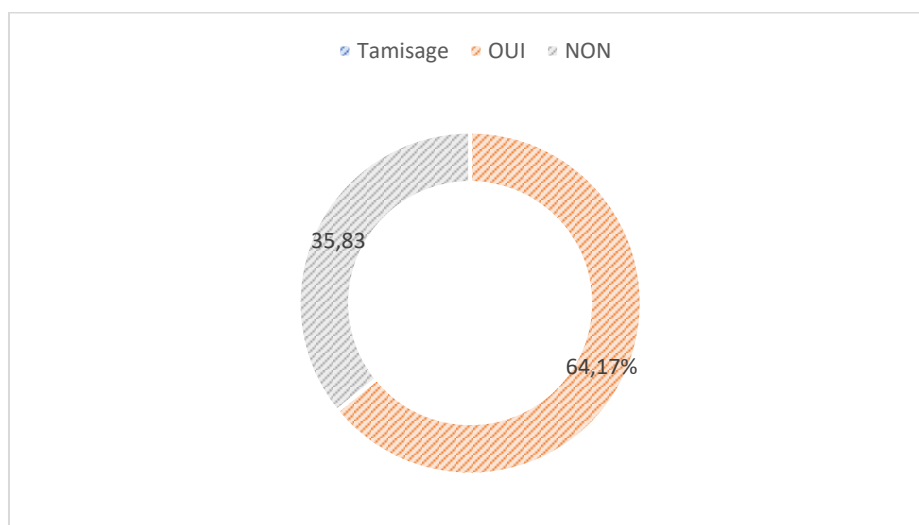


Figure 10: Le tamisage

Une technique utilisée dans l'exploitation filonien.

#### IV.1.3.4 Le vannage

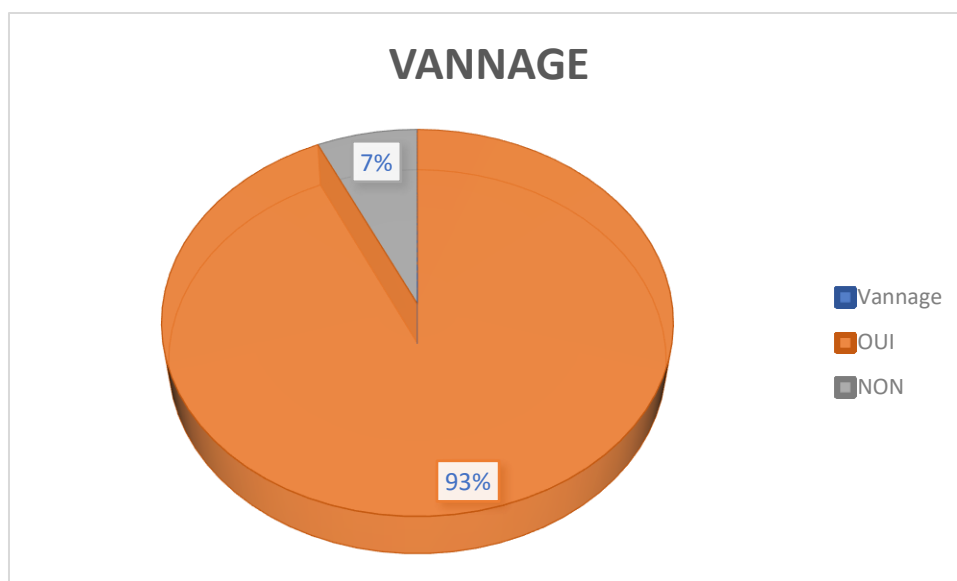


Figure 11: Le vannage

La pratique de vannage n'était pas faite par 93% des individus.

#### IV.1.3.5 L'utilisation du mercure

93% des orpailleurs utilisaient du mercure dans le traitement du minerai.



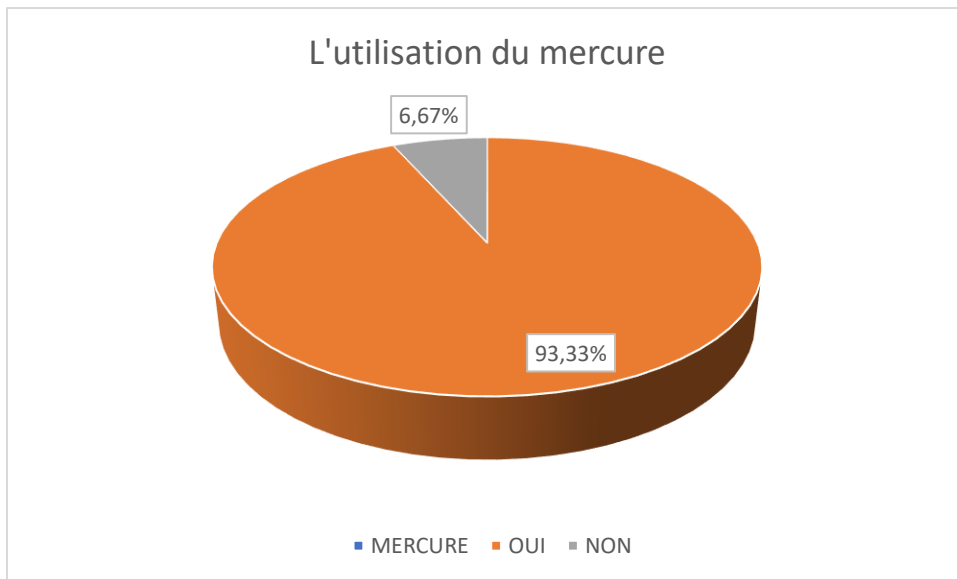


Figure 12: Le Mercure

#### IV.1.3.6 L'utilisation du détergent OMO

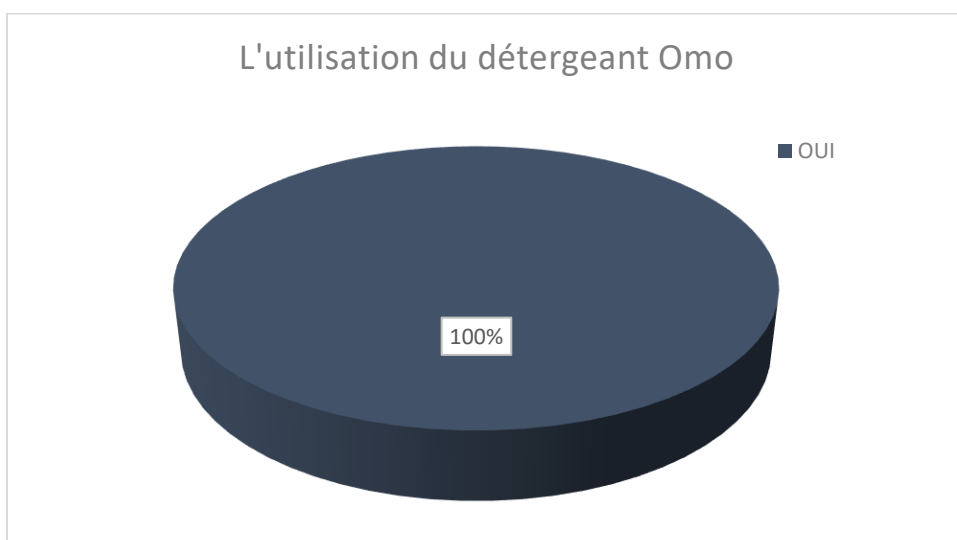


Figure 13: Utilisation du détergent OMO

Tous les orpailleurs utilisaient le détergent OMO dans le traitement du minerai.

#### IV. 4 Les outils et équipement utilisés sur les sites étudiés



*Figure 14: le treuil traditionnel (Fourou toubamina) [19]*

Il est utilisé par les orpailleurs pour faire monter les charges du fond du puits à la surface



*Figure 15: machines utilisées pour l'exhaure (Fourou toubamina) [19]*

Ces machines est utilisée par les orpailleurs pour faire l'exhaure de leurs



*Figure 16: machines utilisées pour l'aération (Lollè) [19]*

Ces petites machines sont utilisées par les orpailleurs pour faire l'aération de leurs puits. Ils font descendre le raccord noir et orange dans le puits et ils mettent la petite machine en marche qui à son tour produit de l'air frais. L'air frais est acheminé jusqu'au fond du puits par le raccord bleu. Le premier est un ventilateur ordinaire et le deuxième un pulvérisateur et produit de l'air assez frais par rapport au premier car l'eau est introduite dans le réservoir blanc.





*Figure 17: une rampe de lavage ou le sluice (Fourou) [19]*

Le sluice est utilisé très généralement par les orpailleurs pour le lavage du minéral.



*Figure 18: Bois de soutènement (Forou) [19]*

Ces matériaux sont utilisés pour les soutènements





*Figure 19: Pioche à manche longue et courte [19]*

Les orpailleurs utilisent et les pioches à manche courte pour creuser dans le fonçage et les pioches à manches longues pour excaver le minerai.



*Figure 20: moulin utilisé pour le broyage (Fourrou) [19]*

Les orpailleurs utilisent le moulin ordinaire à farine pour broyer le minerai.

Mouture de minerai concassé à Fourrou. En plus du minerai concassé, les rejets de lavage souvent mélangés à du mercure sont passés dans les moulins pour un autre processus de broyage. Cela permet selon les orpailleurs d'augmenter les chances de récupération de l'or.



*Figure 21: Cracheur (Lollè) [19]*

Appelée « bouffe-tout » est utilisée pour le broyage et lavage combiné.

L'usage de la machine « Cracheur » est un peu plus complexe. Il consiste à introduire, à l'aide d'une pelle, du minerai alluvionnaire supposé riche en poudre d'or dans la machine en marche en y ajoutant de l'eau. Le minerai est baigné et tamisé en même temps. Les particules fines récupérées dans une bassine et supposées plus riches sont concentrées à l'aide d'un sluice en fer tapissé de tissu ayant la capacité de retenir les particules lourdes et fines telles que les poudres de fer et d'or. Ce mélange progressivement stocké sera pané et amalgamé avec du mercure. La plus grande partie du minerai, jugée peu riche est stockée, abandonnée ou éventuellement traitée avec du cyanure par le processus de lixiviation. Le rejet obtenu du lavage est abandonné sur place. Il forme des monticules de minerai dénudé en saison sèche, mais pouvant être plus ou moins colonisé par des herbes après les premières pluies.





*Figure 22: Appareil détecteur d'or GPX6000 (Galamakourou) [19]*

Ces appareils sont appelés les détecteurs d'or. Utilisé dans la recherche de l'or à la surface et par tranchée. Avec le développement technologique, de nos jours, certains orpailleurs utilisent des détecteurs de métaux pour la prospection. Ces détecteurs ont l'inconvénient de ne pas détecter seulement l'or, mais les métaux en général, sans discrimination, ce qui entraîne souvent le retournement d'une grande quantité de minerais sans forcément permettre l'obtention d'une quantité importante d'or. Dans la commune de Fourou, plusieurs types de détecteurs sont utilisés. Il s'agit du modèle GPX (1000,3500,4500,5000,6000 ,7000) qui signale les métaux se situant jusqu'à 8 mètres de profondeur, le modèle Eureka qui a une précision de 3,5 mètres de profondeur et le X-TERRA705 d'une précision de 1,5 mètre de profondeur.

#### **IV.5 Technique d'extraction utilisée par les orpailleurs**

Les techniques d'extraction artisanale dépendent de la nature du gisement. Ainsi, on distingue les fouilles superficielles dans les éluvions et les alluvions d'une part, et le fonçage de puits verticaux pour accéder aux filons et aux éluvions plus profondes, d'autre part. La majorité des sites comportent des puits de forme circulaire et de diamètre variant de 0,8 à 2 m. Le creusement se fait à l'aide d'outils traditionnels (petites pioches au manche court, barres à mine et pelles) et les échantillons prélevés sont remontés en surface pour être testés [5]. La terre creusée est remontée avec des seaux, fabriqués avec des bidons en plastique de 20 litres coupés en deux. Ces bidons sont appelés dakan et constituent une unité de mesure. L'exploitation se fait en galeries sur différentes directions pouvant atteindre parfois plusieurs centaines de mètres. Les roches de recouvrement stériles sont souvent rejetées sur des surfaces non encore exploitées ou dans les puits voisins abandonnés. Dans certains cas, principalement lors de la découverte d'un gisement filonien, les puits sont forés dans la direction du filon sans tenir compte des dispositions réglementaires qui prévoient une distance moyenne de cinq mètres entre les puits.

Le creusage du minerai filonien pose les opérateurs devant des enjeux techniques et organisationnels de taille. Dans les gisements filoniens profonds, l'or est emprisonné dans une roche-mère dure. Les orpailleurs doivent creuser généralement au-delà des trente mètres pour atteindre le minerai. Cette opération implique une organisation relativement complexe et

demande un investissement financier dans la phase de prospection et d'extraction. Les puits nécessitent un échafaudage en bois, ce qui requiert des compétences techniques et de la disponibilité en ressources ligneuses de bonne qualité.

L'extraction de la roche filonienne est en effet une opération délicate, qui requiert la compétence d'orpailleurs expérimentés.

Une autre équipe spécialisée intervient au cours de la phase de creusage : il s'agit des « bérêts », chargés de la pose du bois (localement appelée « calage ») pour les soutènements internes des puits. Dans des puits qui peuvent atteindre une profondeur de plusieurs dizaines de mètres, les structures internes en bois sont censées faciliter la descente des creuseurs et minimiser les risques d'effondrement. L'équipe des bérêts travaille aussi en rotation sur les différents puits où son service est demandé.

Une des innovations importantes dans l'extraction de l'or filonien dans les sites d'orpaillage est l'utilisation de motopompes pour l'évacuation de l'eau des nappes. Les nappes étaient un facteur limitant l'extraction de l'or dans les puits. Les exploitants étaient alors contraints à abandonner leurs puits pour de nouveaux ou à se focaliser sur les minerais alluvionnaires et éluvionnaires de surface, vite exploités. La renaissance de l'orpaillage des années 2000 est marquée par l'utilisation de nouvelles techniques d'exhaure qui ont évolué selon les moyens financiers des exploitants. Cependant, malgré ces techniques, des puits peuvent toujours être abandonnés du fait de l'importance de la nappe.

Dans la méthode de fonçage de puits verticaux, le soutènement se fait à l'aide de bois enroulés en spires jointives. L'aérage est assuré par des vent-tubes en plastique fabriqués localement. L'eau qui envahit le puits lors du creusage est évacuée à l'aide de motopompes [5].



*Figure 23: Exemple de soutènement d'un puit lors du fonçage (Badalabougou) [19]*

#### **Comment réaliser le boisage ?**

En fait, le boisage est une sorte de soutènement qui supporte le toit et le mur afin que ces derniers ne se désagrègent pas. Il va donc subir de pression venant de roches. On parle de pression de terrain.

Les éboulements causent la moitié des accidents dans les puits. Seul un soutènement bien exécuté peut en diminuer le nombre.

En particulier, il faut le placer de manière telle que les mouvements de terrains tendent à le resserrer mais surtout on doit le serrer aussi énergiquement que possible contre le mur et le toit.

Un soutènement mal serré, c'est un clippage possible, c'est une fausse sécurité. La plupart des éboulements sont dus à ce que le boisage est « en l'air » [14].

Le boisage se fait aussi comme suit :

- Forer les mines avant de boiser.
- Boiser en avançant
- Déboiser en reculant

### Les différentes parties de boisage

Généralement, un boisage bien fait devrait comporter les différentes parties suivantes comme l'indiquent les photos.

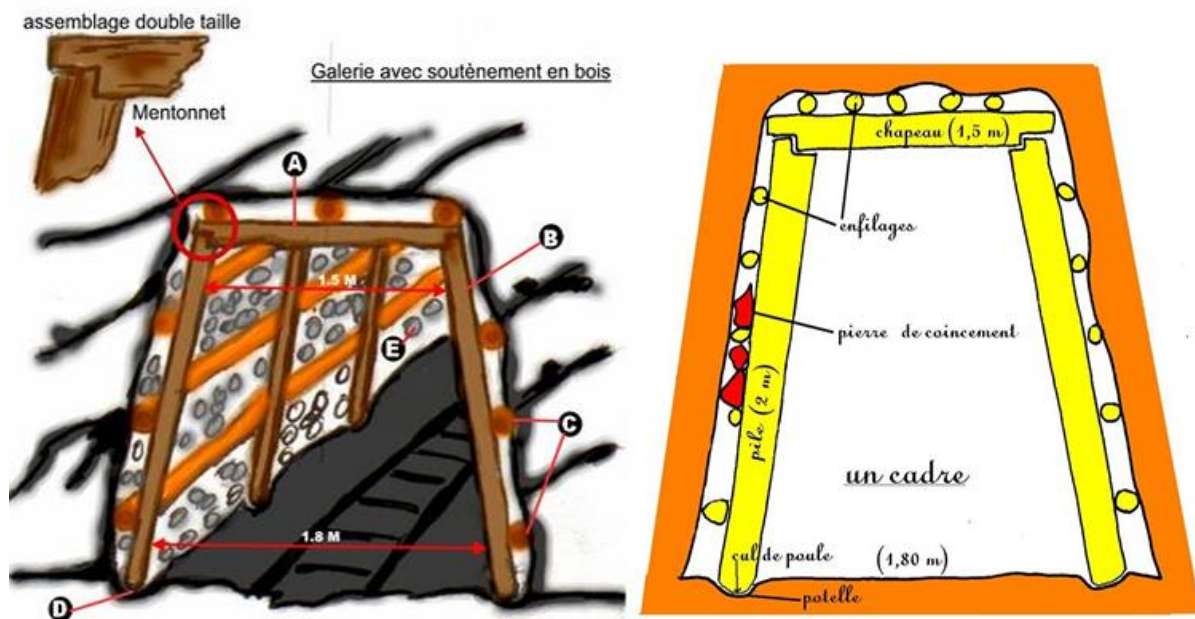


Figure 24: Différentes parties d'un soutènement en bois [14].

A : Chapeau ou bille de toit

B : Pile de soutènement

C : Queues ou enfilages

D : Cul de poule

E : Pierre de remblayage ou pierre de coincement

Chacune de ses parties à son propre mode de réalisation pour que le boisage soit bien serré :

Dans le site de Fourou (Toubamina), on va utiliser le boisage en forme de trapèze. Il s'agit d'un soutènement trapézoïdal alors.



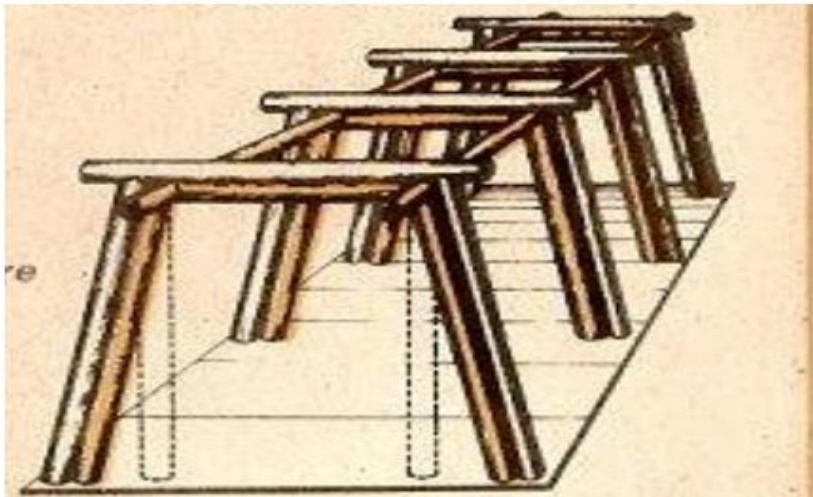


Figure 25: *Boisage trapézoïdal* [14].

Cette forme de soutènement est généralement utilisée pour soutenir une forte pression et sa réalisation n'est pas très difficile.

Pour cela, il faut :

- Donner suffisamment de pente au bois (pile de soutènement)
- Soigner le garnissage

#### **Mentonnet**

C'est l'endroit où rencontrent le chapeau et les piles de soutènement. Celui-ci doit être fait à la perfection que possible parce que la qualité du boisage dépend du mentonnet. On utilise de scie à la place de hache pour plus de précision [3].

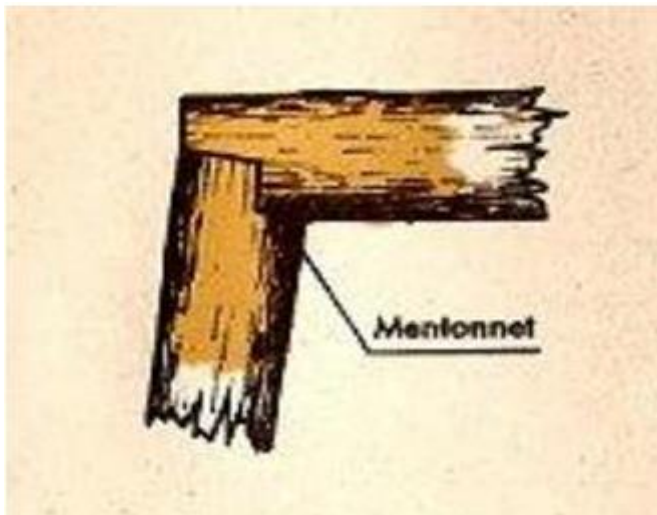


Figure 26: *Mentonnet* [14].

A éviter les erreurs dans ces images lors de réalisation de mentonnet.



Figure 27: Erreurs de l'installation de mentonnet [14].

Autres formes de mentonnet peuvent être faites, en forme d'entaille simple et le gorge du loup. Les erreurs à ne pas faire sont presque les mêmes.

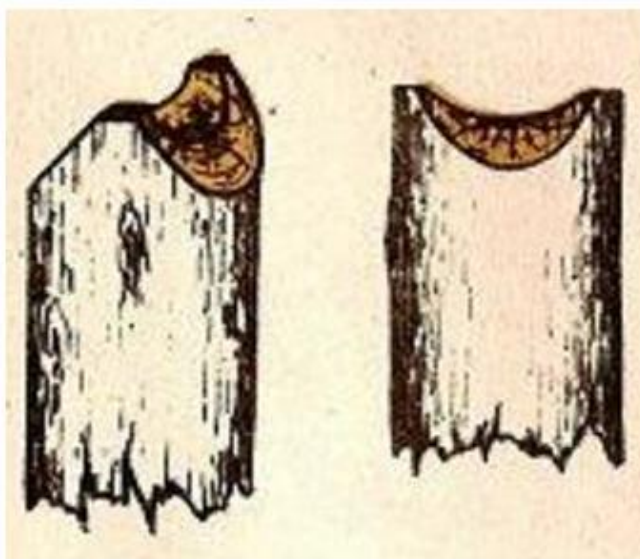


Figure 28: Entaille simple [14].

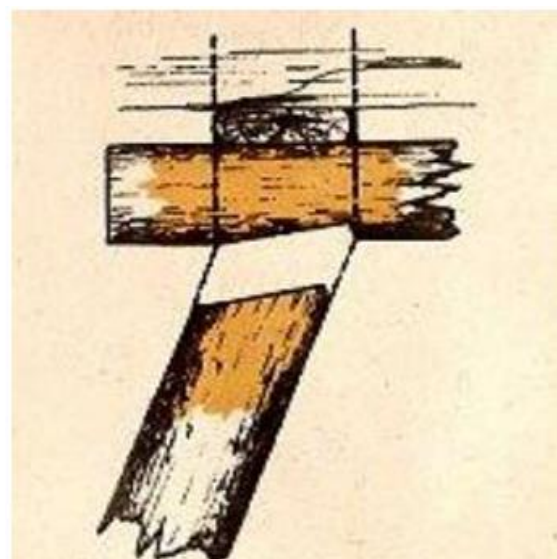


Figure 29: Gorge du loup [14].

### ✚ Cul de poule

C'est le point de contact de la pile avec le sol dans la galerie.

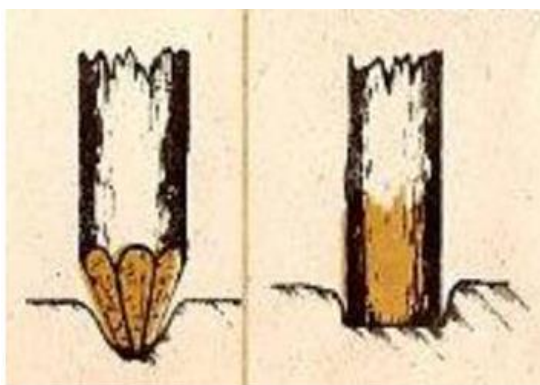


Figure 30: Cul de poule pour la roche meuble ou friable [14].

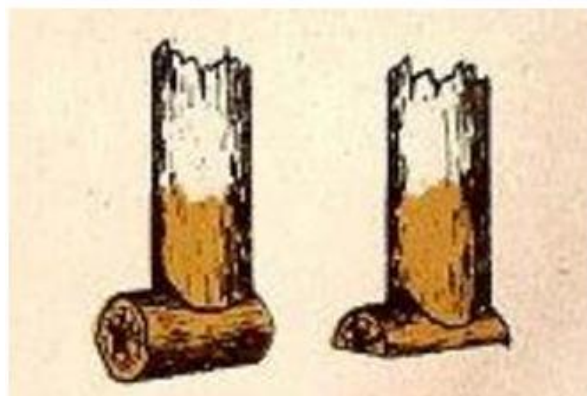


Figure 31: Cul de poule pour la roche dure [14].

Pour le cas de Fourou, les roches sont tendres, alors on utilise le cul de poule adapté à la roche meuble.

#### **IV.6 Méthodes de traitement utilisées par les orpailleurs**

Les techniques de traitement et de récupération les plus utilisées par les orpailleurs dans la commune de Fourou sont constituées de la gravimétrie, suivie d'amalgamation et de cyanuration. Avant le traitement, le minerai suit une phase du prétraitement par concassage jusqu'à une granulométrie de 15/20mm [5].

C'est dans la phase de traitement que le circuit technique devient plus complexe, du moins par rapport au simple panage pratiqué pour dégager les pépites d'or du gravier aurifère. La spécificité du minerai filonien, où les particules d'or sont emprisonnées dans la roche, implique l'usage d'équipements mécaniques et de produits chimiques. L'ensemble de ces procédés implique l'organisation et la coordination d'un espace de services sur le site, avec des principes et des règles de contractualisation entre opérateurs. La roche extraite dans les puits est transportée au village, où se concentrent les équipements et les prestataires de services spécialisés dans le traitement du minerai.

Le concassage du minerai commence dès le puits d'extraction, où le minerai est attaqué avec des pioches et des burins. Durant la période coloniale, le filon était peu exploité à cause de sa résistance aux faibles moyens d'extraction manuelle de l'époque. Les moyens de fragilisation du filon étaient limités à la thermoclastie (Kiéthéga, 1983, 2009). Cela consistait à chauffer la roche et la faire refroidir brusquement en y versant de l'eau, ce qui entraîne sa fragilisation et son éclatement.

Après un premier broyage effectué manuellement, le minerai est écrasé au moulin. Grâce aux différents passages— jusqu'à trois— par des meules métalliques d'épaisseur variable, le minerai est finement pulvérisé et ensuite acheminé vers le « lavage ». Le mécanisme du sluice box fonctionne à travers une simple planche en bois inclinée, sur laquelle on fait couler la poudre de minerai mélangée avec de l'eau. Les parties plus lourdes, avec une tenure en or plus importante, ont tendance à se déposer sur le fond de la planche, qui est entièrement couvert par des morceaux de tissu épongé que l'on rince régulièrement dans des bassines pour mettre de côté la poudre plus précieuse. Le reste du mélange boueux descend jusqu'au sol et tombe dans de petites cuvettes creusées pour accumuler le résidu, qui sert de rémunération au gérant et sera normalement soumis à un nouveau traitement.

Les stations de lavage et les moulins sont situés sous des abris en bois, souvent proches les uns des autres, en marge du village de Fourou, Galamakourou, Bananso. Le développement d'activités commerciales et de petits services— restaurants, ciné-clubs, petits commerces— a contribué à une expansion significative de l'agglomération. Les opérateurs propriétaires des moulins et des sluice boxes sont généralement d'anciens orpailleurs qui ont réinvesti leurs profits dans les équipements de transformation. À Fourou, Galamakourou, Bananso, la grande majorité des propriétaires des moulins sont des Burkinabè.

Une fois la poudre à plus haut contenu en or isolée à travers le lavage au sluice box, du mercure est utilisé pour faciliter la concentration de l'or : le propriétaire en mélange manuellement quelques gouttes avec la poudre jusqu'à obtenir de petites boules, qui sont ensuite brûlées avec un chalumeau à gaz pour obtenir l'évaporation du mercure.

La cyanuration est effectuée dans des bassins rectangulaires appartenant à des privés dont le fond et les parois sont partiellement cimentés et/ou tapissés de plastique. Sur le minerai, est déversée une solution de cyanure dosée. Par un mécanisme chimique, le cyanure se charge de l'or contenu dans le minerai. Le liquide cyanure-or est ensuite dirigé par de petits orifices, dans



des tuyaux sous forme de coude contenant du zinc. Ces tuyaux sont installés dans un bassin plus profond. L'or se dépose sur le zinc et libère le cyanure appauvri. Ce liquide est de temps en temps récupéré par les travailleurs avec un puisard et déversé dans le bassin central contenant le minerai. Le zinc enrichi d'or est récupéré du bassin et mis dans des récipients en aluminium. Sur ce zinc enrichi est versée une solution d'acide sulfurique. L'acide sulfurique réagit avec le zinc et l'or est libéré dans une solution. Le zinc ainsi récupéré est réutilisé pour capter l'or. La solution contenant l'or est mise au repos. Après décantation, une solution violacée est obtenue sur laquelle est versée de l'acide nitrique. L'addition de l'acide nitrique dégage de l'acide cyanhydrique (mortel) et un gaz très toxique. L'acide sulfurique contenu dans le concentré d'or en combinaison avec l'acide nitrique forment l'ion hydronium employé dans l'industrie pour la fabrication de nombreux explosifs. Le concentré obtenu après addition de l'acide nitrique est filtré sur des tissus à l'air libre. » (Sawadogo, 2011 : 45).

Cette étape utilise le stérile issu de la récupération à l'écluse. Le stérile est mis dans des bassins creusés à même le sol section 1.5\*0,90 m<sup>2</sup> et de profondeur 0.60m. Ces bassins sont recouverts de bâches en film Polyane pour éviter les infiltrations. Les boues sont mélangées à du cyanure et de l'eau respectivement 1litre et 800 litres). Le lixiviat or-cyanure-eau est recueilli sous les bâches par des conduites et acheminé dans du papier de zinc. L'or est piégé par le zinc dans le tube tandis que la solution cyanure-eau retombe dans le bassin. Une solution d'acide sulfurique est utilisée pour éliminer le zinc (formation de sulfate de zinc, suivi de l'acide nitrique pour oxyde le plomb, le fer et le reste du zinc). Cette étape peut prendre au plus 2 semaines. Le métal précieux est ensuite fondu à une quinzaine de kilomètre dans la ville de Mogtéo (KIEMTORE, 2012).

Le lavage à la batée est utilisé dans les sites de la commune de Fourou pour le traitement des éluvions et des alluvions plus profondes. Les orpailleurs optent pour la méthode de lavage à la batée, car elle est à la fois simple et accessible. Cette technique repose sur le principe de la gravité, étant donné que l'or a une densité élevée. Pour effectuer le lavage à la batée, on verse une quantité de terre ou poudre des roches dans un récipient de forme semblable à un chapeau chinois, puis on ajoute de l'eau et on fait tourner le récipient. En raison de sa densité élevée, l'or a tendance à se déposer au fond et n'est pas emporté par la force de l'eau en mouvement qui élimine les minéraux légers du récipient. L'orpailleur n'a plus qu'à récupérer l'or qui reste au fond du récipient en inclinant doucement la batée.



*Figure 32:Exemple de lavage à la batée (Badalabougou) [19]*

## **IV.7 Critiques des techniques utilisées par les orpailleurs**

### **IV.7.1 Technique d'extraction inadaptée**

Les puits observés sur les sites d'orpaillage ont un diamètre moyen d'environ 80 cm. Les galeries d'extraction présentent généralement des dimensions de 1 à 1,5 m de large pour 1 m de hauteur, bien que ces mesures puissent varier en fonction de l'épaisseur du filon exploité. Dans certains cas, les galeries peuvent atteindre jusqu'à 2 m de hauteur et 1,8 m de largeur.

L'abattage est entièrement manuel, réalisé avec des outils adaptés aux cavités étroites. Ce mode opératoire exige un effort physique intense, engendrant une fatigue importante et un vieillissement prématuré des travailleurs. De plus, l'espacement réduit entre certains puits (parfois à seulement 2 à 3 mètres) compromet la stabilité des parois. Cette proximité entraîne une redistribution des contraintes géotechniques, fragilisant la cohésion des roches excavées.

L'exploitation des filons se fait de manière désordonnée, sans découpage méthodique, en raison du manque de connaissances techniques adaptées. Cela conduit à un dépilage incomplet et inefficace de la couche minéralisée [3].

### **IV.7.2 L'usage des explosifs non contrôlé par les orpailleurs**

L'analyse des questionnaires révèle qu'environ 17,78 % des orpailleurs opérant dans les zones d'exploitation utilisent des explosifs en complément de l'abattage manuel. Cependant, cette pratique entraîne des accidents graves, voire mortels, principalement dus à une méconnaissance des règles fondamentales de manipulation de ces produits hautement dangereux.

Les témoignages recueillis indiquent que les mises à feu sont généralement effectuées à l'aide de dispositifs d'amorçage de type mèche lente. Toutefois, il a été impossible de déterminer précisément la nature des explosifs employés ni les procédés exacts de mise en œuvre.

Il est important de souligner que des décès surviennent régulièrement parmi les préposés au tir, appelés « boutefeux », faute de temps suffisant pour évacuer les puits avant l'explosion.

### **IV.7.3 Technique d'aérage insuffisante**

L'aération est généralement assurée par des tubes en plastique (vent-tubes) descendant du jour au fond du puits – une méthode dite « d'aérage simple ». Cette pratique tend à disparaître, puisqu'elle ne concerne plus que 2,22 % des orpailleurs. En revanche, 68,89 % utilisent des dispositifs mécaniques peu performants. Quelle que soit la méthode employée (manuelle, mécanique ou naturelle), nos observations indiquent que la qualité et la quantité d'air fourni restent largement insuffisantes.

Dans près de 28,89 % des cas, aucun système d'aérage n'est installé, les orpailleurs justifiant cette absence par la faible profondeur des galeries. Or, la fatigue extrême observée chez les travailleurs en sortie de puits ne peut s'expliquer uniquement par l'effort physique, d'autant plus qu'elle n'est pas constatée chez les orpailleurs affectés au concassage ou au broyage.

De plus, l'air acheminé est souvent saturé de poussières provenant des activités de concassage, broyage et vannage, fréquemment réalisées à proximité immédiate des puits.

À titre de rappel, l'air inspiré contient 21 % d'oxygène, et l'air expiré, 17 %. Les gaz naturels émis par certains types de roches peuvent encore abaisser cette teneur, rendant la respiration difficile, voire dangereuse. L'aération devrait donc fournir au minimum 100 litres d'air frais par minute et par travailleur, sachant que l'homme en respire environ 25 litres par minute, et qu'il lui en faut quatre fois plus pour compenser l'air vicié.

Il convient de noter que :

En dessous de 19 % d'oxygène, des troubles respiratoires apparaissent,

A 16 %, la flamme d'une bougie s'éteint,

A 14 %, le risque d'asphyxie est majeur.

Une atmosphère contenant moins de 14 % d'oxygène constitue un danger sérieux pour les travailleurs [3].

#### **IV.7.4 Soutènement**

Dans les galeries, le soutènement est rarement assuré de manière adéquate. Environ 10 % des orpailleurs utilisent des sacs de sable empilés du sol jusqu'au toit, tandis que 60 % ont recours à des sacs de déblais et des pièces de bois. Cependant, plus de 30 % des orpailleurs ne mettent en place aucun dispositif de soutien.

Dans la majorité des cas, la voûte des galeries n'est pas suffisamment stabilisée, ce qui engendre un risque important d'effondrement ou de chute de blocs rocheux, en particulier dans les terrains instables, schisteux ou humides – un contexte géologique fréquent dans la région de Fourou. Ces insuffisances sont à l'origine de nombreux accidents mortels.

#### **IV.7.5 Technique de traitement non contrôlée**

#### **IV.8 Les problèmes rencontrés dans les exploitations**

Le traitement du minerai est souvent mal maîtrisé, ce qui entraîne des pertes considérables en or. Les observations montrent que l'or n'est pas totalement libéré après le premier broyage : les résidus considérés comme stériles, une fois rebroyés et retraités au mercure, révèlent encore une teneur en or significative.

Faute de connaissance précise de la maille de libération – c'est-à-dire la taille en dessous de laquelle les particules minérales sont totalement séparées de leur gangue –, le broyage est effectué de manière empirique, par étapes successives, jusqu'à épuisement visuel de la poudre minéralisée. Cette méthode occasionne la perte d'une partie non négligeable de l'or, surtout celui à grain fin.

En minéralurgie, un broyage efficace doit être adapté à la maille de libération spécifique à chaque type de minerai. À défaut, les pertes peuvent atteindre entre 10 et 30 % du contenu en métal.

De manière générale, les taux de récupération sont jugés satisfaisants pour l'or à gros grains (>400 µm), mais très faibles, voire nuls, pour l'or fin (<100 µm), qui a tendance à flotter, échappant ainsi aux techniques de récupération artisanales.

##### **IV.8.1 Extraction**

Les déblais disposés de manière anarchique autour des puits d'extraction au fur et à mesure du creusement forment des tas de hauteur pouvant atteindre les six mètres et même plus. L'accumulation de ces déblais considérés comme stériles constitue pour leur poids un véritable danger pour la stabilité des ouvrages qui peuvent dans certains cas s'effondrer.



*Figure 33:Disposition des déblais dans le site (Fourou) [19]*

#### **IV.8.2 Soutènement**

Par manque de soutènement propice, les orpailleurs s'exposent aux risques d'effondrements qui peuvent être graves et même mortels selon leur importance. Ce qui est très souvent le cas.



*Figure 34:Exemple de galerie sans soutènement (Bananso) [19]*

#### **IV.8.3 Aérage**

Le système d'aérage observé s'avère insuffisant. Les risques d'asphyxie et d'intoxication liée à l'émanation des gaz des rochers et à l'insuffisance de l'air ne sont pas à écarter.

#### **IV.8.4 Les problèmes liés au traitement de minerai**

Sur les sites d'exploitations de Fourou certains orpailleurs amalgament les paillettes minuscules, à l'aide de mercure, lequel est ensuite extrait par chauffage et évaporation (sublimation). Il est démontré que pour chaque gramme d'or obtenu par amalgamation, environ deux (02) grammes de mercure s'échappent dans le milieu ambiant, polluant directement l'air, les sols et les eaux. L'opération se fait au chalumeau et à l'air libre.

Les vapeurs de mercure sont alors inhalées par les orpailleurs et surtout libérées dans l'environnement proche.

Les mineurs font un stockage incorrect du mercure. Il peut être rejeté en raison d'une mauvaise manipulation (par ex. en versant accidentellement) ou d'un stockage inapproprié.



La manipulation des produits chimiques (acide, mercure) libérés dans la nature au cours du traitement expose les orpailleurs aux risques sanitaires graves (hydrargie, atteinte du système nerveux ...).

Une aggravation des conditions d'hygiène et de sécurité induisant de fait les risques de maladies respiratoires par l'inhalation des poussières. Il est à noter que les poussières de silice sont responsables d'une maladie grave : la silicose.

#### **IV.8.5 Abattage à explosif**

Dans les puits, des fois, les creuseurs utilisent des explosifs pour fragiliser les roches difficiles à retirer manuellement de leurs parcours afin d'atteindre celles minéralisées. Les explosifs sont aussi réputés dangereux et susceptibles de causer des accidents en cas d'inattention et de mauvaise manipulation. Bien que le règlement minier du Mali interdit strictement l'utilisation d'explosifs dans l'EMAPE, des arrangements se font donc entre les services étatiques et les creuseurs pour leur permettre d'utiliser les explosifs. Un creuseur de Fourou nous dit :

« Nous utilisons le cordon et la mèche qui sont détonnés dans le puits. Cela comporte beaucoup de risques car parfois la mèche ne s'allume pas. Dans ce cas-là, il faut rentrer dans le puits pour réajuster et reprendre depuis le début. C'est vraiment risquant. Un autre risque concerne le manque d'équipements de travail. L'autre risque concerne les cartouches que nous utilisons. Il y a des cartouches de très mauvaise qualité que nous appelons pirates. On utilise un stick mais, par malchance, ça fait exploser la cartouche. Il y a quelques gens qui ont fait ce travail et qui sont aujourd'hui des handicapés ».

#### **IV.9 Impacts sur l'environnement et la sante**

##### **IV.9.1 Définition de l'environnement**

L'environnement est tout ce qui existe dans la nature. L'environnement inclut :

- ✓ La population, les villages et les activités économiques et culturelles : santé, emplois, revenus, sites et tombeaux, agriculture et élevage, maisons ;
- ✓ Les infrastructures collectives : routes, ponts, barrages, centres de santé de base et hôpitaux, écoles ;
- ✓ Les éléments physiques qui supportent la vie : sol, sous-sol, eau et air ;
- ✓ La végétation : forêts naturelles, savanes, pâturages, plantations, cultures, plantes aquatiques ;
- ✓ Les animaux sauvages et les animaux domestiques.

L'environnement est évalué à la fois en termes de quantité (par exemple, superficie des terres cultivables, quantité d'eau disponible) et de qualité (par exemple, fertilité des sols, eau propre ou sale).

Pour notre exploitation, les éléments liés directement sont tels que la flore, la faune et la population locale.

L'utilisation de substances chimiques nocives pour l'environnement et la santé humaine comme le mercure, le cyanure et les acides sulfuriques et nitriques, constitue une véritable préoccupation sur ces zones. La majorité des orpailleurs n'utilisent pas les équipements de protection pour manipuler ces produits lors des récupérations d'or parce qu'ils ne connaissent



pas leur dangerosité. Sur la majorité des sites, le mercure et le cyanure sont manipulés à mains nues. Les travailleurs ne se protègent pas ou certains se protègent avec leurs habits [3]

#### **IV.9.2. Les effets de l'exploitation sur l'environnement**

Pour toute ouverture d'un tel projet d'exploitation minière, on peut toujours classer son effet sur l'environnement en deux types : les effets positifs et négatifs.

##### **IV.9.2.1 Les effets positifs**

- **Milieu humain**

L'exploitation fait appel à un certain nombre d'ouvriers. Cette situation est donc une source d'emploi rémunérateur pour la population active de cette région. Par conséquent, ceci entraîne la diminution des nombres de chômeurs ainsi qu'une augmentation de leur niveau de vie. Par ailleurs, elle peut améliorer le niveau intellectuel de la population locale.

- **Milieu socio-économique**

Sur le plan socio-économique, ceci exige une amélioration des infrastructures. On doit réhabiliter les pistes, les routes permettant l'évacuation des produits locaux et facilitant les circulations de gens.

- **Sur le paysage**

L'exploitation engendre l'évolution du paysage. En effet, elle entraîne la création d'un nouveau type de paysage, symbole du développement de la région. On pourra reconstruire les zones détruites par l'érosion à l'aide de l'emplacement de stériles dans ces endroits.

Sur une description de l'impact visuel et par source, on arrivera à trouver par exemple des bâtiments, infrastructures d'accès, sites de stockage, qui sont bien organisés.

##### **IV.9.2.2 Les effets négatifs**

- **Milieu physique**

#### **Eaux de surfaces et souterraines**

La création d'activités pouvant consommer des quantités d'eau considérables ainsi que les installations prévues apportent des modifications sensibles au mode d'écoulement des eaux superficielles et souterraines et peuvent procréer un épuisement de l'eau pour les utilisateurs en aval et pour l'exploitation elle-même.

Le décapage et l'abattage entraînent la pollution des eaux de surface en particulier pendant la saison de pluie. De même que le rejet des substances telles que les eaux usées, contaminent ces eaux. Par conséquent, cette pollution des eaux est un facteur dangereux pour l'homme.

#### **Air**

Dans le processus de l'exploitation minière artisanale, les principales sources de pollution de l'air proviennent essentiellement des postes de broyage et de concassage du minerai si ces opérations ont lieu dans des endroits confinés et non ventilés. D'autres sources d'émissions de poussière liées aux circulations d'engins et aux fumées projetées par les machines, sont également constatées sur les sites miniers. Par ailleurs, lors du chauffage à l'air libre de l'amalgame or-mercure, des vapeurs de mercure peuvent être rejetées et affecter la qualité de l'air. S'il n'est pas fait usage d'un dispositif permettant de récupérer une grande partie du

mercure évaporé, ces vapeurs toxiques peuvent être une source de pollution et contaminer l'air ambiant.



Figure 35: Exemple de poussière générée par les concasseurs (Fourou) [19]

## Sols

**Le défrichage, le décapage et l'extraction** provoquent l'érosion et la stérilisation des sols. Ainsi les sols peuvent être pollués par le déversement accidentel ou volontaire des rejets ou dépôts des produits (huiles, peintures), déchets solides et eaux usées.

La galerie d'accès après l'exploitation présente un danger pour le sol et les hommes. En fait, la galerie abandonnée laisse un grand trou qui favorise l'érosion.

La galerie d'accès abandonnée provoque aussi le phénomène de « fontis »

**Le « fontis ou fondis »** est un mouvement de terrain qui résulte de la remontée en surface d'un éboulement du toit d'une excavation souterraine. Lorsque la voûte initiée par la rupture du premier banc rocheux de l'excavation ne se stabilise pas mécaniquement du fait de la présence de bancs massifs au sein du recouvrement, elle se propage progressivement vers la surface. Autrement dit, c'est un éboulement de voûte dans une carrière souterraine et cet éboulement apparaît à la surface. L'apparition au jour d'un entonnoir de fontis résulte de la succession de plusieurs phases caractérisant l'évolution du phénomène dans le temps et dans l'espace.

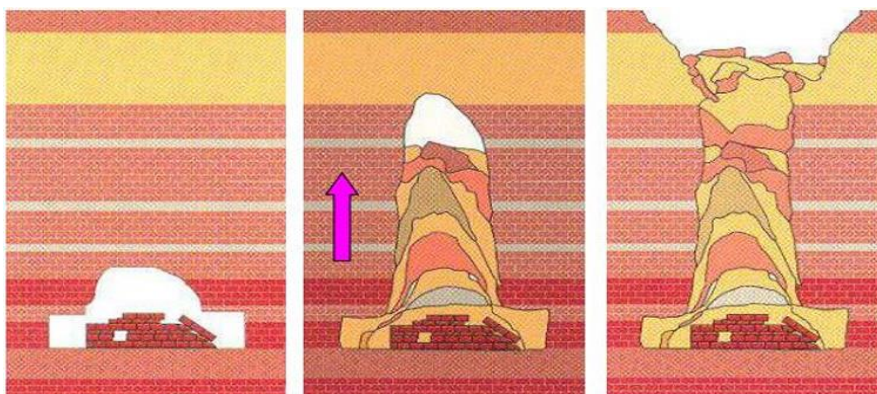


Figure 36: Principales phases de l'évolution d'un fontis [14]



*Figure 37: Vache victime de l'apparition d'un fontis [14]*

### **Faunes et flores**

Les travaux concernant l'exploitation entraînent la modification du milieu naturel dans lequel évoluent les espèces animales et végétales. Le défrichement des certaines végétations cause la perte des ressources pour la nourriture, bois de chauffage, plantes médicinales et la perte des espèces animales.

En plus, la rivière de Fourou se situant en contre-bas du site est touché durant la période de pluie. Quelques rivières sont aussi touchées par l'envahissement de sable emporté par le ruissellement passant par la zone d'exploitation. On parle de phénomène d'ensablement.

- **Milieu humain**

### **Risque du travail des enfants et d'abandon scolaire dans les zones d'EMAPE**

Si officiellement, le travail des enfants dans les activités d'EMAPE est interdit dans la majorité des pays de l'Afrique de l'Ouest francophone, des observations de terrain de 2014 à 2018 permet d'attester du fait que l'exploitation aurifère et diamantaire contribue au travail des plus jeunes ainsi qu'à leur déscolarisation. En effet, les jeunes adultes ne sont pas les seuls à abandonner le système scolaire : les enfants des écoles primaires se rendent également souvent à la mine avec leurs parents (Les Observateurs, 2016 ; Ndiaye Fatime Christiane, 2013).

La décision de se rendre sur des sites EMAPE plutôt qu'à l'école peut être également directement issue d'une réflexion des jeunes eux-mêmes : ils comparent ces options et font le choix de parcours qui, selon eux, apportera le plus de bénéfices et d'opportunités. Dans ces circonstances l'entreprise aurifère présente un atout de taille en offrant la possibilité de s'enrichir en peu de temps et ainsi des retombées réelles à court terme. En effet selon certains jeunes, « nous étudions pour être riche ; il n'est pas nécessaire d'étudier si nous sommes déjà riches ». De ce fait, pour beaucoup d'entre eux, la possibilité de devenir riche est un argument suffisant pour pleinement justifier l'abandon des cours, qui, compte tenu des perspectives actuelles, n'apportent pas la garantie d'un accès à l'emploi ou à un meilleur avenir. Ces perspectives expliquent pourquoi un certain nombre de jeunes préfèrent s'impliquer dans des activités d'exploitation de l'or plutôt que de rester à l'école ou de s'orienter dans d'autres activités commerciales.

## **Prostitution, conflits et crimes**

L'EMAPE est une source de financements importante pour les communautés de l'Afrique de l'Ouest. Cependant, elle contribue largement à l'émergence de plusieurs enjeux sociaux.

La prostitution constitue l'un des enjeux sociaux et économiques majeurs et fortement présents sur les sites miniers. Dans la région de Siguiri en Guinée par exemple, les nombres d'actes de prostitution et de bars facilitant cette activité sont en augmentation. Fréquemment, des jeunes filles qui se trouvent être souvent des adolescentes originaires de différentes régions du pays, entourent les bars et les maisons de prostitution. Le déploiement de cette activité vient favoriser l'augmentation des taux de grossesses non désirées, de maladies sexuellement transmissibles telles que le VIH/sida, le nombre de grossesses précoces, le développement de la violence sexuelle ainsi que de la déscolarisation des filles.

Des conflits peuvent également apparaître entre parties prenantes sur les sites d'EMAPE, par exemple, entre la personne qui détient l'autorisation d'extraction et ceux qui travaillent sur le terrain. Ils peuvent surgir par exemple dans le cas du partage des gains générés entre un patron et ses ouvriers ou entre un mineur et la personne qui finance l'exploitation. Actuellement, à Fourou, le type de conflits qui devient le plus répandu est causé par l'apparition de fortes tensions entre les compagnies minières qui font l'extraction diamantaire à grande échelle et les communautés locales travaillant dans l'EMAPE. Ces conflits, réguliers et de longue date, sont souvent motivés par une situation dans laquelle une compagnie minière essaie de limiter ou de s'opposer à l'extraction artisanale sur leur périmètre et à l'intérieur de leur permis d'exploitation. Ces situations peuvent donner lieu à des événements violents aux multiples conséquences.

À l'ensemble des problématiques évoquées, s'ajoutent également l'apparition et la croissance de la criminalité, d'actes de banditisme, de viol et de vol. En effet, lors de transports de minerais d'or, il n'est pas rare d'enregistrer des attaques par arme à feu qui se soldent souvent par des décès. De plus, il existe diverses problématiques associées au régime foncier, qui sont régulièrement sources des conflits et qui augmentent considérablement le nombre de victimes de blessures graves et de meurtres entre communautés voisines.

## **Chapitre V : NORMALISATION DE L'ACTIVITÉ**

La normalisation implique d'aligner l'activité sur les normes prescrites par la législation, en se concentrant principalement sur les aspects environnementaux, techniques, sociaux et économiques associés à l'exploitation de l'or.

### **V.1 Dispositions relatives à la protection de l'environnement, à l'hygiène et à la sécurité**

Tout titulaire d'Autorisation d'Exploitation de petite mine est tenue de respecter les dispositions législatives et réglementaires relatives à l'environnement et au patrimoine culturel et archéologique en vigueur au Mali. Pour répondre aux obligations relatives à ces dispositions, le détenteur d'une Autorisation d'Exploitation de petite mine est tenu de remettre à l'Administration chargée des Mines avant le début de l'exploitation, une note d'impact sur l'environnement comportant :

- un état des lieux de l'environnement, conformément aux directives environnementales ;
- un état des lieux du patrimoine archéologique avant travaux ;
- les mesures envisagées pour atténuer les effets néfastes de l'activité d'exploitation sur l'environnement ;
- un programme prévisionnel chiffré pour la réhabilitation et la restauration des sites.

Dans un délai de trois mois à compter de la date d'octroi, tout détenteur d'une Autorisation d'Exploitation de petite mine est également tenu :

- de procéder au bornage du périmètre attribué ;
- d'instituer un périmètre de protection autour des chantiers d'exploitation minière, les ateliers et les usines de traitement.

Avant la fin des travaux d'exploitation, tout titulaire d'Autorisation d'Exploitation de petite mine est tenue de :

- réhabiliter le site et de s'assurer que celui-ci, après fermeture est conforme aux prescriptions relatives à la réhabilitation du site ;
- garantir la bonne fin de l'exécution des travaux de réhabilitation et de sécurisation du site ;

Les titulaires d'Autorisation d'Exploitation de petite mine et leurs sous-traitants sont tenus de respecter les règles de sécurité et d'hygiène minimales applicables aux travaux de recherche et d'exploitation. Ils sont aussi tenus de respecter les dispositions relatives aux risques de santé inhérents aux exploitations minières et les règles de sécurité relatives au transport, au stockage et à l'utilisation des explosifs. A cet effet, ils sont tenus de prendre et d'appliquer des règlements relatifs aux mesures de protection et de prévention, conformément aux normes internationales admises pour ces genres de travaux [8].

### **V.2 La restauration**

Les orpailleurs sont tenus de mettre en œuvre des mesures visant à réhabiliter de manière satisfaisante les zones affectées par l'exploitation aurifère, notamment en procédant à :

- ❖ La restauration des terrains excavés.

- ❖ Le comblement des puits et des excavations.
- ❖ La reforestation des zones touchées.
- ❖ La restauration des terrains excavés.
- ❖ La gestion des déchets et la préservation de la propreté du site.

Certains de ces engagements peuvent être réalisés simultanément avec les opérations d'orpaillage, tout en étant soumis à des contrôles périodiques effectués par les autorités compétentes. Tous les orpailleurs sont tenus de participer à ces actions, et en cas de non-respect de ces obligations, la Commune est habilitée à prendre des mesures disciplinaires à l'encontre des orpailleurs.

### **V.3 La déviation des cours d'eau pour les activités de lavage**

L'interdiction du lavage dans les cours d'eau est en place en raison des risques de pollution qui peuvent avoir des répercussions néfastes en aval de la zone. Cela pourrait entraîner des problèmes pour les habitants et utilisateurs des environs du site, notamment les agriculteurs de riz qui dépendent de l'irrigation de leurs rizières et les éleveurs de bétail qui ont besoin d'eau pour leurs animaux. Pour remédier à cette situation, il est impératif que les orpailleurs mettent en œuvre une déviation du cours d'eau, tout en veillant à respecter les normes en vigueur, qui limitent la largeur de cette déviation à un maximum de 1 mètre [3].

### **V.4 La mise en place d'un bassin de décantation**

Les bassins de décantation jouent un rôle essentiel en empêchant à la fois le déversement important de déchets stériles dans les cours d'eau et la dispersion des eaux polluées dans l'environnement naturel [3].

### **V.5 Gestion environnementale et méthodes de prévention des risques**

#### **V.5.1 Buts à atteindre**

Les actions recommandées ci-dessous aideront à minimiser les impacts négatifs des activités minières. Mais il est important de noter qu'elles aideront aussi à mieux gérer l'exploitation, à prévenir les risques et accidents, et enfin à améliorer les conditions de travail et de vie des exploitants eux-mêmes [14].

#### **V.5.2 Les précautions à prendre**

##### **V.5.2.1 Mesures liées à l'exploitation**

###### **Faunes et flores**

La faune et flore existantes devront être conservées et on devra procéder en une prise de compte des périodes et zones sensibles. Par suite, des pépinières seront installées et mises en culture en vue de reproduire les espèces végétales à croissance rapide. Le défrichement par le feu est strictement interdit.

###### **Poussières**

Pour limiter les poussières dans l'air, il est obligatoire d'humidifier les routes d'accès et l'ensemble de la zone d'activité minière.

###### **Sols**

La conservation des sols doit se faire par l'application des techniques d'excavation appropriées pour limiter les risques d'éboulement et de glissement des terrains. Eviter de décaper les sols, juste avant la saison de pluie. Eviter de décaper par de petites portions au fur et à mesure que l'exploitation avance. Maintenir toute couverture végétale autour de chaque excavation afin de minimiser l'érosion des sols sur les pentes.

#### **V.5.2.2 Lutte contre le fontis**

Pour lutter contre le fontis, on devrait combler la galerie d'accès. Comblement ou remblayage manuel de la galerie d'accès : On transporte le stérile pour combler le vide dans la galerie pour éviter l'apparition de voûte d'éboulement. Favoriser l'auto-comblement par foisonnement des terrains : Ceci traduit le fait qu'une montée de voûte voit sa propagation vers la surface s'achever du fait de la disparition du vide présent à la base de la cloche d'éboulement. Cette diminution de l'espace disponible s'explique par le phénomène de foisonnement des terrains éboulés qui traduit l'augmentation de volume entre les matériaux en place et la même quantité de matériau, une fois éboulé. Pour garantir l'auto-comblement, il faut faire un peu de comblement manuel de la galerie d'accès [14].

#### **V.6 Suivi des normes de sécurité**

Pour prévenir les accidents découlant de pratiques inadéquates dans l'exploitation de l'or, il est impératif de prendre les mesures suivantes :

- Effectuer une surveillance régulière des bords des puits, des galeries aurifères et/ou des fosses afin de détecter toute amorce potentielle d'instabilité.
- Renforcer les parois des puits et des galeries pour prévenir les risques d'éboulement.
- Assurer une ventilation et une aération adéquates des puits et des galeries pour évacuer les poussières et garantir un niveau d'oxygène suffisant pour les orpailleurs travaillant en profondeur.
- Adapter les heures et horaires de travail pour correspondre aux capacités physiologiques des travailleurs. Respecter les techniques appropriées de creusage et de traitement du minerai.

#### **V.7 Protection des orpailleurs**

Les équipements de protection individuelle sont importants dans l'exploitation artisanale de l'or pour protéger les travailleurs des risques pour la santé et la sécurité. Selon une étude menée au Ghana, les premiers résultats ont montré que 77,4% des mineurs artisanaux utilisaient des EPI. Des probabilités plus élevées d'utilisation d'EPI ont été observées chez les orpailleurs artisanaux qui travaillent dans de bonnes mauvaises conditions de santé et de sécurité.

De plus, l'utilisation d'EPI était plus probable parmi les mineurs d'or artisanaux très instruits, les mineurs qui se soumettent régulièrement à des examens médicaux et les mineurs les plus expérimentés. Les travailleurs des mines d'or doivent porter des EPI appropriés, tels que des casques, des gants, des bottes à embout d'acier et des vêtements réfléchissants. L'étude suggère également une formation accrue en matière de sécurité, une utilisation accrue des équipements de protection individuelle et l'inclusion fréquente de la technologie des drones pour améliorer les pratiques de sécurité et de santé dans le secteur de l'exploitation aurifère artisanale et à petite échelle du Ghana.

Cependant, les mineurs artisanaux travaillent souvent sans équipement de sécurité et ne disposent d'aucun filet de sécurité ni d'options formelles d'assistances s'ils sont blessés ou tombés malades à cause de leur travail.

Il est donc important de sensibiliser davantage à l'importance des EPI et de donner accès à des équipements appropriés pour protéger les travailleurs des mines d'or artisanales [3].

### **V.9 Éducation et instruction des Orpailleurs**

Les premières étapes importantes pour mettre en œuvre les propositions que nous avons avancées impliquent la sensibilisation et la formation des orpailleurs, car ce sont les acteurs principaux dans le processus visant à établir une infrastructure minière fonctionnelle. Les raisons sous-tendant l'illicite de l'orpaillage sont principalement liées à l'ignorance des personnes qui s'adonnent à cette activité. En fait, la grande majorité, voire la quasi-totalité des orpailleurs, manque de connaissances concernant les lois régissant l'orpaillage, ou choisit délibérément de les ignorer pour éviter les procédures administratives longues nécessaires pour exercer légalement.

Pour résoudre ce problème, les autorités devraient organiser des campagnes de sensibilisation au niveau des communes et des sites d'orpaillage. L'objectif serait d'expliquer aux orpailleurs les avantages de la formalisation, ainsi que les sanctions en cas de non-respect des lois. Quant à la formation, elle devrait se concentrer davantage sur les techniques employées par les orpailleurs. Elle contribuerait ainsi à éviter que les orpailleurs ne pratiquent des méthodes d'exploitation illégales et dangereuses.

Une suggestion serait d'organiser un atelier réunissant les orpailleurs et les autorités locales pour mettre en œuvre ces initiatives de sensibilisation et de formation relatives à l'activité d'orpaillage.

### **V.10 Transfert de compétences**

Afin que la Commune puisse jouer un rôle de leader dans la coordination des activités, il est essentiel que les autorités étatiques délèguent davantage de responsabilités à la Commune. Cela permettra aux orpailleurs et aux collecteurs de dialoguer plus aisément sur divers points, sans avoir à attendre ou à se déplacer vers des autorités parfois éloignées des sites d'exploitation. La formation des autorités locales et la mise en place d'un flux rapide d'informations revêtent une importance capitale pour faciliter ce transfert de compétences.



## **CHAPITRES VI : AMÉLIORATION DES TECHNIQUES D'EXPLOITATION**

L'objectif principal de toute entreprise minière est de générer des profits pour les individus impliqués dans cette activité. Cependant, il est important de souligner que la recherche de bénéfices optimaux nécessite une solide expertise technique en matière d'exploitation. C'est précisément le but de cette section du mémoire, où nous proposerons des modèles d'exploitation visant à permettre aux orpailleurs d'optimiser leurs bénéfices dans le cadre de leur activité. Ces modèles d'exploitation seront conçus en prenant en compte les défis rencontrés par les orpailleurs sur les sites d'orpaillage, ainsi que les lois et les réglementations qui encadrent les activités minières. Cette partie sera basée sur l'utilisation du sluice et le soutènement.

### **VI.1 Utilisation de meilleures techniques d'extraction**

Le plan d'extraction et la mise au point des paramètres minimaux de distance entre les ouvrages doivent se faire par adaptation des techniques d'extraction et les outils utilisés en fonction de la nature et des caractéristiques de la roche. Cela nécessite de faire un travail d'identification préalable à la réalisation des ouvrages, tels que la dureté, le taux d'érosion, l'épaisseur de sol, l'orientation et l'évolution des différents niveaux, la nature et le développement de la fracturation en fonction de la profondeur. On se rend compte qu'il s'agit d'un travail qui doit être réalisé au fur et à mesure de l'avancement des ouvrages, verticalement et latéralement. Dans un souci de professionnalisation de la mine artisanale, les connaissances empiriques et scientifiques doivent se conjuguer pour développer un environnement favorable à l'activité [3].

#### **VI.1.1 Un minimum de connaissances géologiques pratiques pour les mineurs**

Elle peut être acquise grâce à la formation et l'information des mineurs. Elle leur permettrait de préciser de manière qualitative les caractéristiques des roches, ce qui permettrait de prendre des décisions de sécurité sur les ouvrages nécessaires pour réduire les risques d'éboulements.

#### **VI.1.2 Imposer des règles minimales de soutènement**

Concernant par exemple la largeur minimale des parois entre 2 galeries, règles de bonnes pratiques pour le boisage des galeries et des puits, hauteur et largeur minimales des galeries et puits.

#### **VI.1.3 Mettre en place des pratiques de vérification quotidienne des ouvrages souterrains**

Certains mineurs effectuent cette vérification, mais elle n'est pas systématique. Elle consiste à contrôler, avant tout travail continu, la tenue des boisages ou d'autres ouvrages de soutènement, mais également à vérifier la présence de roches lâches (technique de l'égrisage), d'apparition de cassures ou failles dans les ouvrages, et d'autres signes avant-coureurs d'un possible éboulement.

#### **VI.1.4 Imposition d'une distance de sécurité entre les ouvrages d'équipes adjacentes**

Lorsque l'organisation des sites est mal contrôlée, on assiste à une forte concentration de puits sur des périmètres souvent très réduits. La distance minimale entre puits et galeries tend à maintenir des zones « piliers » suffisantes pour assurer la cohésion de la roche. Ceci ne doit pas empêcher la possibilité de connecter différents puits entre eux.

#### **VI.1.5 La mise en place systématique d'issues de secours et de puits d'aérage suffisants :**

Le manque d'accès aux victimes des éboulements et l'incapacité à les évacuer sont souvent le fait du manque de sorties de secours. Or, la réalisation d'un second accès aux galeries qui est

parfois réalisé grâce aux connexions entre puits voisins est primordiale. De même l'aérage est un point important, car les mineurs victimes d'éboulements décèdent le plus souvent d'asphyxie.

## VI.2 Soutènement

### VI.2.1 Notions de soutènement par boisage.

Couramment utilisé dans les mines de par ses qualités mécaniques, il prévient la rupture par ses craquements.

Le boisage est un ensemble des étais en bois qui soutiennent les galeries de mines et des fouilles. Il a pour but d'assurer la sécurité des lieux en étayant les terrains de façon à se mettre à l'abri, à empêcher les chutes éventuelles des blocs, à permettre le passage des hommes, de l'air, du matériel. En utilisant le boisage, le travail sera en sécurité (toute risque d'éboulement est quasi-évitée) et le déroulement dans la galerie sera aisé.

Les roches sont soumises à de pressions considérables, et lorsqu'on crée un vide, l'équilibre de pression est rompu. C'est-à-dire, les roches ont tendance à se détendre vers ce vide. C'est ce qui se passe lorsqu'on creuse une galerie dans les mines. La section libre va se rétrécir les roches vont être détendues autant plus que le vide créé sera plus étendu. Par exemple le toit descend de 3cm pour un vide créé de 1m de longueur, il descendra de 6cm pour un vide de 2m et ainsi de suite. Les roches n'étant pas élastiques, il se produit de fissures puis le toit se désagrège et s'effondre. On parle de l'éboulement qui est souvent mortelle pour les mineurs [14].

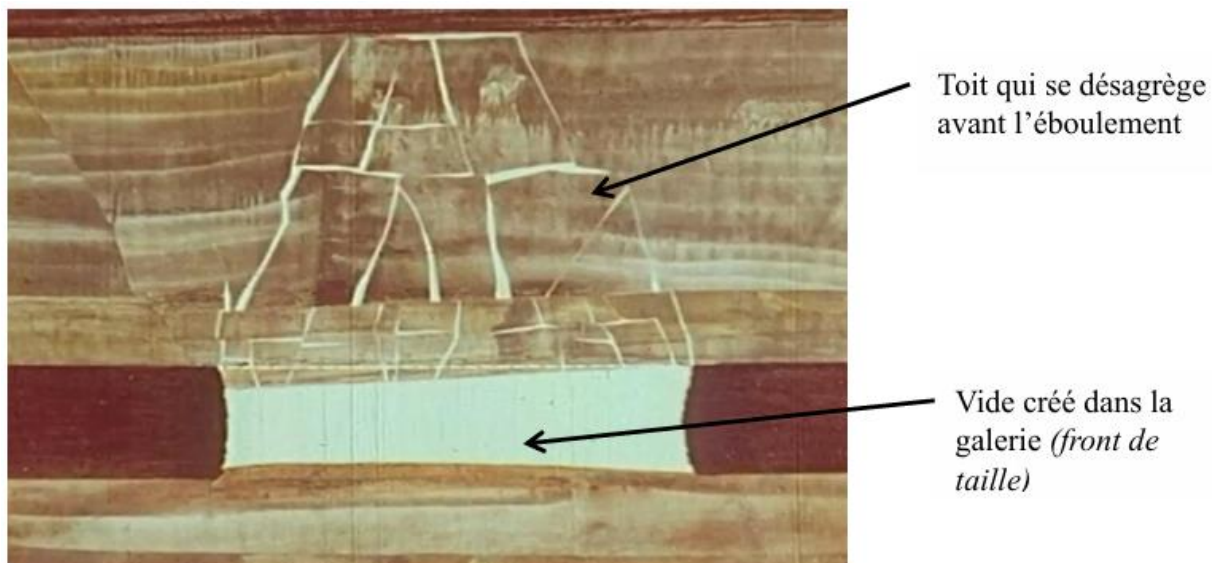


Figure 38: Naissance de fissure du toit [14]

Il faut prévoir de soutènement non pas pour lutter contre la détente du toit car ce serait impossible mais pour retarder l'effondrement prématuré.



Figure 39: Mise en place de soutènement de toit [14].

Le soutènement doit suivre au plus près de l'avancement de front de taille. Il retarde l'apparition de fracture et surtout l'éboulement. Heureusement le soutènement n'a supporté qu'une partie faible de pression théorique exercé par le terrain. On estime que la pression exercée sur le soutènement correspond à peine à quelques pourcents de la pression théorique du toit. En effet, à cet endroit les roches ont tendance se détendre vers le vide et sont en partie supportées par les appuis latéraux. C'est d'ailleurs pour cela que la pression est élevée en avant de front de taille. Le soutènement ne supporte donc que quelques blocs qui se détachent.

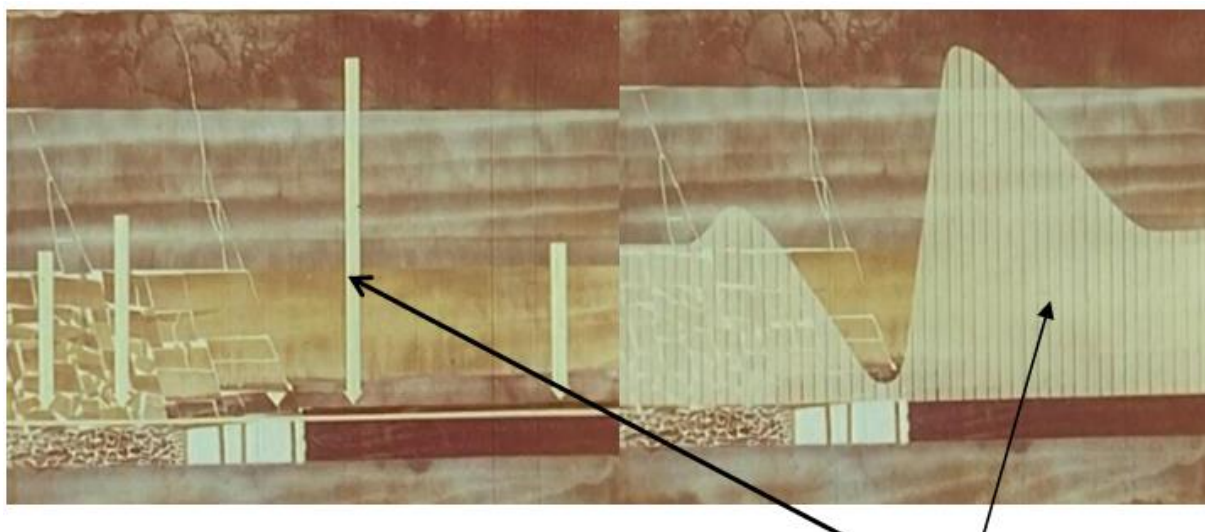


Figure 40: Pression en fonction de l'avancement de la galerie [14].

Pression de terrain (toit)

### VI.2.2 Quelques paramètres à connaître qui influencent le dimensionnement de boisage.

Comme on parle de galerie, on devrait parler de risques liés aux exploitations souterraines comme l'éboulement. Il est alors nécessaire de savoir tous les facteurs qui peuvent influencer cette méthode d'exploitation par galerie à flanc de coteau.

### VI.2.3 Nature de roches encaissantes

La connaissance de roche encaissante est importante pour le dimensionnement du boisage. En effet, chaque roche a son propre coefficient de dureté d'après le tableau de classification des roches Protodiakonov. Il s'agit de la résistance à la compression notée f.

Tableau 9: Classification des roches d'après M.M. Protodiakonov. (Résistance à la compression)

Catégorie de roche	Degré de dureté	Coefficient de dureté	Dénomination
VII	Roche molle	1	Argile compacte, charbon
VI	Moins molle	1.5	Schiste désagrégé, granulat en sédiment, charbon dur
VI	Moins molle	2	Gypse, marne, calcaire, grès altérés, etc.
V	Demi dur	3	Minerai de fer, marne compacte
V	Demi dur	4	Grès, calcaire
IV	Assez dur	5	Schiste dure, quartzite très fissuré
IV	Assez dur	6	Quartzite fissuré, minerai de fer, grès
III	Dur	8	Calcaire dur, granite, grès dur, pyrite
III	Dur	10	Granite compacte, grès et calcaire très dur
II	Très dur	13-15	Roche granitique très dure, porphyre quartzite, minerai de fer très dur
I	Extra dur	18-20	Quartz très dur, autres exceptionnellement dur

Pour le cas du site de Fourou, la roche encaissante est constituée essentiellement de la latérite. Le coefficient de dureté est compris entre 2,5 et 3, c'est dire c'est une roche moins molle et demi dure.

#### VI.2.4 Taux d'infiltration

Dans la commune de Fourou, l'exploitation est souvent bloquée durant la période de pluie par peur de l'éboulement. Il faut alors instaurer un système de protection et de sécurité afin d'assurer la continuité de l'exploitation. Pour cela, il faut connaître le taux d'infiltration dans cette partie de la mine.

Le taux d'infiltration définit le flux d'eau qui pénètre l'intérieur du sol pendant un temps bien déterminé.

L'infiltration qualifie le transfert de l'eau à travers les couches superficielles du sol, lorsque celui-ci reçoit une averse ou s'il est exposé à une submersion.

Taux d'infiltration = flux d'eau pénétrant dans le sol, noté  $i$  (mm/h)

Infiltration cumulative = volume total d'eau infiltrée pendant une période donnée, notée  $I(t)$  (mm)

Avec  $I(t) = \int_{t_0}^t i(t) dt$

#### VI.2.5 Mesure de taux d'infiltration (expérience)

Les facteurs les plus importants qui pourront avoir une influence sur la capacité d'infiltration d'un sol sont :

- La pente naturelle du sol
- Le type et les propriétés des sols en surface et sous la surface

-Les conditions géologiques ainsi que les conditions hydrogéologiques.

Le taux d'infiltration est évidemment grandement affecté par la perméabilité des sols en place. Le taux d'infiltration pour la première application d'eau lors d'un test est généralement plus grand qu'après une longue saturation. Au fur et à mesure que le mouillage continue et que la partie supérieure des sédiments devient saturée, le taux d'infiltration diminuera graduellement et atteindra un taux plus ou moins constant, généralement après quelques heures



Figure 41: Mesure du taux d'infiltration [14].

La mesure du taux d'infiltration se fait dans 4 bouteilles coupées. Le but est de savoir combien de temps met l'eau à descendre jusqu'à la base de la bouteille. On a mesuré la hauteur et on a chronométré. Les résultats sont résumés dans ce tableau ci-dessous :

Tableau 10: résultat de mesure de taux d'infiltration

Bouteille	Hauteur	Temps	Taux d'infiltration
Bouteille 1	120 mm	40 min	180mm/h
Bouteille 2	120 mm	47 min	153,2mm/h
Bouteille 3	120 mm	43 min	167,4 mm/h
Bouteille 4	120 mm	51 min	141,2mm/h

D'après ce tableau de résultat, on a le taux d'infiltration moyenne de 160,45 mm/h.

La hauteur moyenne de stérile au-dessus de galerie d'accès est de 15m. Donc on peut calculer le temps que met l'eau de pluie pour descendre le massif rocheux et affectera le soutènement.

$$X = Vt + x_0$$

Avec  $x_0 = 0$  m,  $V = i$  (taux d'infiltration),  $X = 15\text{m} = 15\,000\text{mm}$   $\square t = X / V$

AN :  $t = 15\,000 / 160,45 = 93,487$  heures = 3,89 jours  $\approx$  4 jours

Donc, s'il pleut abondamment le jour  $t_0$ , l'eau aura alors de l'impact sur le soutènement après 4 jours. Ce paramètre est important pour prévoir l'éboulement de terrain. Dans ce cas, si on veut poursuivre l'exploitation, on doit renforcer les soutènements en augmentant le diamètre de bois de soutènement.

## VI.2.6 Pression de terrain

Les roches sont les principales composantes de l'écorce terrestre, sur elles agissent les forces gravitationnelles créant à l'intérieur de ces formations de tension. Si on creuse un ouvrage minier, l'état de tension autour de cet ouvrage change de valeur et de répartition.



En fonction de la durée des activités et celle de l'ouvrage, aussi en fonction de contraintes de terrain, le soutènement peut être soit en bois (boisage), métal, béton (armé), .... D'après le mode d'action de contrainte de roches sur le soutènement, on peut avoir deux types de soutènement :

-rigide

-déformable (élastique)

Un soutènement rigide peut dans des certaines conditions arrêter le développement de déformation de roche mais quand la pression est trop forte, il ne va pas résister et c'est pour cette raison que l'on fait recours au soutènement élastique.

Le soutènement choisi c'est le boisage, il s'agit d'un soutènement élastique.

Pour pouvoir estimer les paramètres du boisage, il faut connaître les caractéristiques géométriques du site :

Avec  $h = 15\text{m}$  c'est la hauteur de stérile situant au-dessus de l'ouvrage. C'est la hauteur moyenne constituée essentiellement de la latérite à gros grain de sable.

## VI.2.7 Démarche de calcul

### VI.2.7.1 Méthode de Birbaumer

✓ **Calcul de la surface de la voûte parabolique :**

$$A = (4 \times a \times H) / 3 = (4 \times 0,625 \times 15) / 3 = 12,5 \text{ m}^2$$

$$\boxed{A = 12,5\text{m}^2}$$

✓ **Vérification de la hauteur de cloche d'effondrement naturelle**

Dans notre cas, la galerie se situe en moyenne à une distance de 15m du pic du site.

Nous pouvons avoir deux situations. Au-dessus de l'ouvrage souterrain, lors du creusement de la galerie, va se former une voûte de forme parabolique appelée « voûte d'effondrement » qui dépend de caractéristiques physico-mécaniques de massif rocheux encaissant.

✓ Dans le cas où l'ouvrage souterrain est creusé à une petite profondeur, il se peut que les conditions de formation de cette cloche d'effondrement n'existent pas.

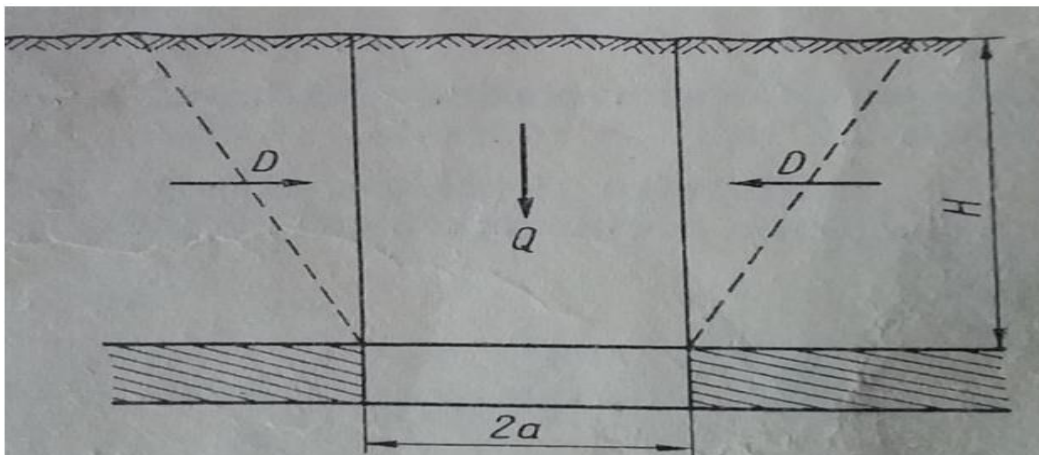


Figure 42: Profondeur où le cloche d'effondrement n'existe pas [14].

H : Hauteur de stérile situant au-dessus d'ouvrage souterrain

Q : Pression venant du toit

2a : Longueur de l'ouverture de la galerie

✓ Dans ce cas, on va vérifier si la profondeur limite de la formation de cette cloche d'effondrement permet la formation de celle-ci.

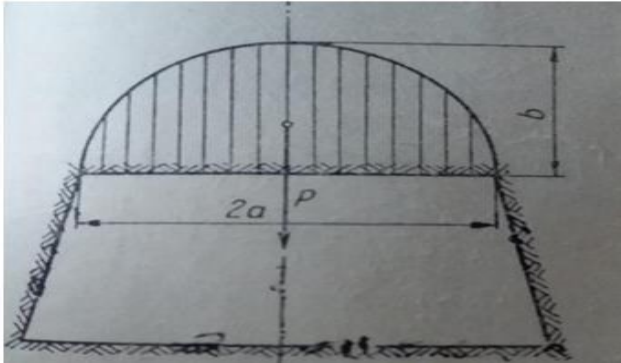


Figure 43: Cloche d'effondrement [14].

Avec b : rayon de cloche d'effondrement

Cette hauteur de cloche d'effondrement est donnée par la formule :

$$H = \frac{2a}{\tan \varphi \cdot \tan^2\left(\frac{90^\circ - \varphi}{2}\right)}$$

Avec : 2a= c'est la longueur du toit de la galerie

$\varphi$  = l'angle de frottement interne de la roche encaissante (ici c'est la latérite, donc  $\varphi = 71,56^\circ$ ) constituée essentiellement de la latérite à gros grain de sable.

Pour le cas de notre calcul, on prend 2a= 1,25m

AN:

$$H = \frac{1,25}{\tan 71,56^\circ \cdot \tan^2\left[\left(\frac{90^\circ - 71,56^\circ}{2}\right)\right]}$$
$$H= 16,05 \text{ m}$$

On a  $H= 16,05 \text{ m} > h=15 \text{ m}$ , alors cette cloche d'effondrement n'existe. Son rayon dépasse la hauteur de massif rocheux au-dessus de la galerie.

✓ **Calcul de la charge verticale Q :**

$$Q = \gamma \times A = 20 \times 12,5 = 250 \text{ kN/m}$$

$$Q = 250 \text{ kN/m}$$

✓ **Contrainte ou pression de terrain (massif rocheux)**

On trouve que  $H = 16,05\text{m} > h = 15\text{ m}$

Dans le cas des ouvrages souterrains creusés à une faible profondeur où il n'existe pas de conditions nécessaires de formation de cloche d'effondrement, la pression venant du toit de l'ouvrage va être égal au poids de la colonne géologique se trouvant au-dessus de l'ouvrage moins la valeur de force de frottement sur les surfaces de glissement.

$P_t = Q - 2D \tan \varphi$  avec  $Q = 2\gamma H a$

$$D = \frac{\gamma H}{2} \tan^2 \left( \frac{90^\circ - \varphi}{2} \right)$$

$$P = 2\gamma H a \left[ 1 - \tan^2 \left( 45^\circ - \frac{\varphi}{2} \right) \cdot \tan \varphi \right]$$

C'est la formule d'après l'hypothèse de BIRBAUMER

Avec  $\gamma$  = poids volumique de la roche encaissante

$$\gamma_{\text{sec}} = 24 \text{ KN.m}^{-3}$$

$$\gamma_{\text{humide}} = 26 \text{ KN.m}^{-3}$$

$H$  = haute de cloche d'effondrement (dans notre cas, on prend  $H = h$  car la cloche n'existe pas)

$\varphi$  = l'angle de frottement interne de la roche encaissante

$$\text{AN: } P = 2.2600.15.0,625 \left[ 1 - \tan^2 \left( 45^\circ - \frac{71,56^\circ}{2} \right) \cdot \tan 71,56^\circ \right]$$

$$P = 3134,625 \text{ daN}$$

#### ✓ Moment fléchissant

Le moment fléchissant, dans le cas d'un chargement symétrique réparti d'une manière parabolique est :  $M_{\text{max}} = \frac{5}{16} P a [\text{daN.cm}]$

Dans le cas d'une distribution uniforme de la charge (roches de dureté moyenne ou faible) :

$$M_{\text{max}} = \frac{1}{4} P a [\text{daN.cm}]$$

Dans notre cas, les roches du site de Fourou sont de dureté faible car  $f=3$  Donc on utilise donc la seconde formule pour calculer le moment fléchissant

$$\text{AN : } M_{\text{max}} = \frac{1}{4} \cdot 3134,625 [\text{daN}] \cdot \text{cm} = 48\,978,51 \text{ daN.cm}$$

$$M_{\text{max}} = 48\,978,51 \text{ daN.cm}$$

#### ✓ Module de résistance de la section du cadre

Le module de résistance de la section du cadre est :  $W = \frac{M_{\text{max}}}{\sigma_i} [\text{cm}^3]$

Où :  $\sigma_i$  - la contrainte admissible à la flexion du matériau utilisé :



- (60-100) daN/cm<sup>2</sup> pour le bois de pin ;
- 130 daN/cm<sup>2</sup> pour les bois durs ;
- (1300-1600) daN/cm<sup>2</sup> pour le métal.

Ici, on va prendre  $\sigma_i = 100$

$$\text{AN : } W = \frac{48978,51}{100} [\text{cm}^3]$$

$$\boxed{W = 489,7851 \text{ cm}^3}$$

#### ✓ Diamètre du cadre

Pour les soutènements en bois, le diamètre du cadre est :

$$\mathbf{d = 2.154 \sqrt[3]{W} \text{ (cm)}}$$

$$\text{AN : } d = 2.154 \sqrt[3]{489,7851}$$

$$\mathbf{d = 16,979 \text{ cm} \implies d \approx 17 \text{ cm}}$$

Donc, le diamètre de bois (pin, eucalyptus) qu'on va utiliser dans ce boisage est donc environ 17 cm.

#### ✓ Distance L entre les cadres

En connaissant la capacité de soutènement du cadre, on peut calculer la distance L entre les cadres :

$$L = \frac{p * f}{4 * a^{2*\gamma}} \text{ cm}$$

$$\text{AN } L = \frac{3134,625 * 3}{4 * 0,625^2 * 2600} = 2,11 \text{ m}$$

$$\boxed{\approx L = 2 \text{ m}}$$

Donc la distance qui sépare chaque cadre est de 2m.

#### ✓ Grosseur B des linteaux bois

La grosseur B des linteaux bois est donnée par la formule :  $\mathbf{B = K * L * \sqrt{\frac{\gamma * a}{f * [\sigma_i]}} \text{ (cm)}}$

Où K - coefficient qui tient compte des types de matériau en bois : dans le cas des madriers

K=0.87 ; dans le cas de la moitié de bois rond K=1.3

$$\text{AN : } B = 1,3 * 200 * \sqrt{\frac{0,0026 * 125}{3 * 80}} \text{ (cm)} = 9,5677 \text{ cm}$$

$$\boxed{B \approx 10 \text{ cm}}$$

La grosseur des linteaux de bois qu'on va utiliser pour conforter la galerie est donc de 10 cm.

### VI.2.7.2 Méthode de Terzaghi et Protodiakonov

#### ✓ Vérification de la hauteur de la cloche d'effondrement naturel :

$H_c = \alpha \times a$ , avec  $\alpha \approx 6$  pour la latérite  
 $\rightarrow H_c = 6 \times 0,625 = 3,75 \text{ m}$   
 Comme  $H_c < 15 \text{ m}$ , un soutènement est nécessaire.

✓ **Calcul de la contrainte du terrain :**

$$\sigma = \gamma \times H_c = 20 \times 3,75 = 75 \text{ kN/m}^2$$

$$\boxed{\sigma = 75 \text{ kN/m}^2}$$

✓ **Calcul du moment fléchissant :**

$$q = \sigma \times l = 75 \times 1,25 = 93,75 \text{ k}$$

$$M = \frac{q \times l^2}{8}$$

$$M = \frac{q \times l^2}{8} = \frac{93,75 \times (1,25)^2}{8} = 18,31 \text{ kN.m}$$

$$\boxed{M = 18,31 \text{ kN.m}}$$

✓ **Calcul du module de résistance de la section :**

Bois utilisé : Pin ( $\sigma_{\text{adm}} \approx 10 \text{ MPa}$ )

$$W = \frac{M}{\sigma_{\text{adm}}}$$

$$W = M / \sigma_{\text{adm}} = 18,31 \times 10^3 / 10 \times 10^3 = 0,001831 \text{ m}^3 = 1831 \text{ cm}^3$$

$$\boxed{W=1831 \text{ cm}^3}$$

✓ **Calcul du diamètre du cadre bois (section circulaire) :**

$$W = \frac{\pi \times d^3}{32}$$

$$W = \frac{\pi \times d^3}{32} \rightarrow d^3 = (32 \times W) / \pi$$

$$d^3 = (32 \times 0,001831) / \pi \approx 0,0186 \rightarrow d \approx 0,26 \text{ m} = 26 \text{ cm}$$

$$\boxed{d = 26 \text{ cm}}$$

Il est crucial de noter que ces résultats sont théoriques et doivent être validés par une étude géotechnique complète et les normes de sécurité en vigueur pour les travaux miniers. La présence d'infiltration d'eau peut grandement influencer les propriétés mécaniques de la latérite et la contrainte admissible du bois, nécessitant potentiellement des facteurs de sécurité supplémentaires.

✓ **Queues ou enfilages**

Les Queues ou enfilages sont les bois qui se trouvent dans la partie latérale de la galerie, elles supportent les pressions venant du mur.

Le diamètre des enfilages est quasi pareil à celle de grosseur B des linteaux bois. Pour conforter ces enfilages, on utilise des blocs de pierres. Ces blocs de pierres servent aussi à combler le vide entre le cadre et les enfilages. On les appelle pierres de coinement (car elles se coincent entre les enfilages)



*Figure 44: Galerie confortée par des pierres de coinement [14].*

### **VI.3 Traitement**

Le traitement du minerai comprend trois étapes successives qui sont : le concassage-broyage, le traitement gravimétrique par lavage et le traitement chimique par amalgamation au mercure ou la lixiviation au cyanure.

#### **VI.3.1 Concassage et Broyage**

Le concassage vise à réduire la taille des roches extraites des puits de manière à les réduire en petits morceaux pouvant être facilement transportés ou traités, soit dans des mortiers, dans des moulins ou dans des broyeurs.

La phase de broyage se fait avec des équipements mécaniques (broyeurs, moulins, pulvérisateurs, etc.) et porte sur les matériaux préconcassés qui sont ensuite traités jusqu'à la maille de libération de l'or de la gangue.

Ce processus libère des produits fins qui ont des diamètres ne dépassant pas deux à trois millimètres.

La majorité du minerai extrait est concassé et broyé à 3000 FCFA le sac de 50 kg. La non maîtrise de la maille de libération fait que la poudre de minerai est obtenue après trois (03) passages successifs dans le concasseur et le moulin pendant un temps moyen de 40 mn le sac de 50 Kg.

La non maîtrise de la maille de libération du concasseur engendre une libération de l'or de la gangue et également l'humidité du minerai.

### **VI.3.2 Lavage par sluice**

La farine obtenue après broyage est lavée sous les hangars pour la récupération de l'or. La récupération se fait par amalgamation. Le propriétaire du hangar achète le matériel de lavage et de l'eau qu'il met à disposition des orpailleurs ayant de la farine. Le lavage se fait à l'aide des fûts contenant de l'eau (200L/sac de 50 Kg lavé), de bacs et d'un sluice (planche en bois de largeur variant entre 40 et 60 cm pouvant atteindre 2 m de long). Le sluice est placé sur le fût et incliné d'un angle de 13% (7,4°) pour permettre l'écoulement de l'eau. Des particules légères se déplacent vers un bassin conçu pour retenir les boues. L'intérieur du sluice est tapissé d'un plastique et de serviettes en laine. Une petite quantité de la poudre de minerai est mise dans le récipient maillé servant de tamis placé à la partie supérieure du sluice. A l'aide de sa main et par ajout successif d'eau, le laveur manipule la pâte boueuse qui s'écoule suivant la pente du sluice. Par gravimétrie, les particules lourdes comme l'or sont retenues dans les fibres des serviettes. Les serviettes sont ensuite lavées dans des bacs pour récupérer les grains d'or piégés par les fibres. Après décantation, le concentré est débarrassé de la boue et les particules d'or sont recueillies dans un petit récipient pour être amalgamées. Le lavage est fait par certains fonceurs, certains propriétaires de trou. C'est une activité réservée aux hommes sur le site.

### **VI.3.3 Récupération par le mercure**

Une très haute température sans aucune protection. Après le traitement la récupération du métal était 1g/50kg Cette récupération se fait par amalgamation des particules issues du lavage. Les particules sont donc mélangées avec du mercure et malaxées avec les mains nues pour former l'amalgame. Après l'amalgamation, l'amalgame est chauffé à l'aide d'un chalumeau.

La quantité de mercure utilisé dépend de la teneur en or du minerai ainsi 8,7g est utilisé pour un sac de 50g dans notre cas.

#### **✓ Les dépenses effectuées :**

1g de mercure donne 2000FCFA

Pour 8,7g on aura  $8,7 \times 2000 = 17\,400$  F

$D = 17\,400 \text{ F} + 3000 \text{ F} = 20\,400 \text{ F}$

#### **✓ Bénéfices trouvés :**

1g d'or donne 50000 FCFA

Pour 1g on aura  $1 \times 50\,000 = 50\,000$  FCFA

$B = 50\,000 - 20400 = 29\,600 \text{ F}$

Le traitement de 50Kg de minerai a pour bénéfice de 20840FCFA.

Le problème indique qu'une perte de 1,5g d'or est récupérée après lixiviation par cyanure, ce qui implique que la récupération initiale (avant cyanuration) est affectée par la mauvaise utilisation de la maille de libération et la pente du sluice.

Pourquoi et comment les orpailleurs doivent-ils faire le traitement afin d'améliorer la récupération et éviter l'intoxication ?

Le traitement est la dernière étape de l'exploitation minière, qui est la partie cruciale de la production. Pour bien le faire, il faut la maîtrise de certains paramètres : la maille de libération du minerai pour le broyage et l'inclinaison du sluice.

#### **VI.3.4 Etude de cas avec les paramètres proposés**

Pour traiter un minerai de 50kg, les orpailleurs de Fourou se retrouvent à faire un choix entre deux propositions :

##### **VI.3.4.1 Proposition actuelle : protocole actuellement utilisé sur le site de Fourou**

L'utilisation du concasseur comme instrument de concassage et broyage, l'inclinaison du sluice 13% et la quantité de mercure 8,7g pour traiter 50kg de minerai.

##### **VI.3.4.2 Nouvelle Proposition :**

L'utilisation du concasseur pour le concassage et le moulin pour le broyage, l'inclinaison du sluice 9% et la quantité du mercure 8,7g pour traiter 50kg de minerai.

##### **VI.3.4.3 Hypothèses :**

1. Effectuer le traitement selon les deux propositions citées et comparer les résultats :

Le cout de la réduction du minerai par le concasseur et celui du moulin est 5000FCFA.

2. Laquelle de ces deux propositions est rentable pour les orpailleurs ?

Nous allons évaluer l'efficacité des deux méthodes selon les conditions suivantes puis déterminer laquelle des deux est rentable pour les orpailleurs.

1. Le traitement avec les paramètres proposés :

Selon la théorie de l'ingénieur RANDRIAMIHAZA Holihassina Hervé :

✓ La pente du sluice varie entre 6 à 20% et en fonction de la taille des grains et la nature du minerai :

- Pour l'or à gros grains : la pente doit être plus forte 20% (12°)
- Pour les grains fins : on travaille avec une pente douce 9%, (5°)
- Et pour les minerais argileux : la pente varie entre 6 à 10%,

Cette pente est donnée par la relation :

A :  $C \sin \alpha$  avec C l'hypoténuse (la longueur de la pente en %) et A le côté opposé à l'angle du triangle rectangle formé (la longueur du sluice en mètre) Ainsi, sur la base de cette théorie, on a varié l'inclinaison du sluice à 9 % (5°) puisqu'ils exploitaient les grains fins et les minerais argileux. La récupération était deux fois plus que de ce qu'ils gagnaient avant pour une pente de 13%. Lors de l'amalgamation, la quantité de mercure que nous avons utilisée était 8,7g.

✓ **Dépenses effectuées :**

$$D = 5000 + (8,7 \times 2000) = 22400F$$

$$D = 22400F$$

✓ **Bénéfice réalisée :**

$$B = Pr - D$$

$$B = 100\,000 - 22400 = 77600F$$

$$B = 77600F$$

La récupération d'or est doublée (passant de 1g à 2g par sac de 50 kg de minerai traité). Cela est attribué à une pente de sluice optimisée (9%) et à l'utilisation d'une maille de libération adéquate (0,4-0,5 mm), réduisant ainsi les pertes et générer un bénéfice de **77600F**.

Toutefois, pour optimiser la récupération de l'or, certaines améliorations techniques sont essentielles. Il est d'abord crucial de contrôler le débit d'eau : un flux trop rapide emporte les particules d'or tandis qu'un débit insuffisant favorise l'encrassement de la rampe. Une inclinaison adaptée entre 9 à 10 % permet également d'assurer une bonne séparation par gravité. L'utilisation de tapis performants, tels que le vortex mat ou la moquette synthétique, augmente la rétention des particules fines et lourdes.

De plus, le pré-classement des matériaux par tamisage élimine les grosses pierres inutiles et favorise une alimentation régulière en fines particules aurifères. Il est recommandé de ne pas surcharger la rampe : une alimentation lente et continue permet une meilleure décantation de l'or. Un nettoyage fréquent des tapis (toutes les heures environ) évite leur saturation et les pertes dans les rejets. Enfin, l'ajout d'un sluice secondaire en aval du principal peut permettre de récupérer l'or échappé, améliorant ainsi le rendement global.

Ces améliorations, bien que simples, peuvent significativement accroître l'efficacité du sluice et donc les revenus des orpailleurs, tout en limitant les pertes et la pollution associée.

*Tableau 11: Etude comparative*

Paramètres	Valeurs actuelles	Valeurs proposées
Pente de la rampe de lavage	13–15 %	9–10 %
Maille de libération	2 à 3 mm	0,3 à 0,4
Quantité de mercure utilisée	8,7 g	8,7g

Avec une pente optimisée de 9–10 %, les résultats montrent une nette amélioration de la récupération de l'or, réduisant les pertes dans les rejets à environ 0,5g par sac de 50 kg comparé à 1,5 g pour la technique actuelle. De plus, cette pente réduit la consommation d'eau (jusqu'à 25 % d'économie) et améliore la stabilité des installations. L'optimisation de la pente constitue donc un levier concret d'amélioration pour les orpailleurs artisanaux de Fourou.

#### **VI.4 Recommandations**

A la lumière des résultats obtenus, il apparaît nécessaire de proposer certaines recommandations visant à répondre aux limites identifiées et à renforcer les bonnes pratiques.

- ✓ Implication de l'Etat dans le secteur ;
- ✓ Respect des normes de sécurité ;
- ✓ Imposition d'utilisation des équipements de protection ;
- ✓ Utilisation d'un diamètre de 17cm pour les cadre et distance entre les cadres de 2m pour le soutènement des galeries par boisage ;
- ✓ Utilisation des culs de poules adaptés à la roche meuble (Fourou) lors du soutènement ;
- ✓ Respecter l'angle de pente des sluices entre 9-10% (5°). Dans la pratique industrielle pour la drague aspirante, la pente est en moyenne de 7,5 % (, mais on l'augmente jusqu'à 8 % pour un minerai argileux et fin. Dans les sites visités, cet angle tourne autour de 13-15%. Il est évident que les pentes observées dépassent les normes en la matière et nous estimons que cet écart nuit à la récupération ;
- ✓ Eviter une augmentation brutale du flux, car ça peut soulever les particules d'or précédemment bloquées sur le tapis.

## Conclusion

L'objectif principal de ce mémoire était de réaliser une évaluation approfondie de l'exploitation de l'or dans la Commune rurale Fourou afin de comprendre son influence sur la Région. Pour ce faire, nous avons mené des enquêtes sur le terrain, en nous intégrant dans la vie quotidienne et professionnelle des orpailleurs, tout en interrogeant les autorités impliquées dans cette question. Ces enquêtes ont englobé des aspects juridiques, les méthodes et techniques d'exploitation, ainsi que les répercussions tangibles sur les aspects socio-économiques et environnementaux.

À partir de ces constatations, nous avons entrepris une analyse des interactions positives et négatives résultant des avantages engendrés et de leur impact sur le développement socio-économique. Ensuite, nous avons formulé des recommandations et des suggestions visant à améliorer les effets positifs et à minimiser les conséquences négatives. En ce qui concerne l'exploitation de l'or en elle-même, l'absence de surveillance et de contrôle des activités, combinée au manque de compétences techniques des orpailleurs, entraîne d'énormes dommages à la fois sur l'environnement et sur les personnes qui mènent ces activités. Les avantages tirés de l'extraction de l'or semblent disproportionnés par rapport aux effets néfastes qu'elle engendre dans la Commune.

Nous avons donc formulé des propositions et des suggestions visant à remédier à ces problèmes. Ces mesures se concentrent sur deux aspects, à savoir la dimension juridique visant à formaliser les activités et la dimension technique visant à améliorer l'efficacité de l'exploitation de l'or dans la Commune rurale Fourou. Le but de toutes ces démarches est d'optimiser les avantages, tout en minimisant les conséquences négatives pour l'ensemble des acteurs impliqués dans l'exploitation de l'or. Néanmoins, la mise en œuvre de ces recommandations exigera la collaboration de toutes les parties concernées pour établir une infrastructure fonctionnelle. En fin de compte, l'étude que nous avons menée ici contribue à la résolution d'un problème d'ampleur nationale bien plus large. Les mesures proposées dans ce travail devraient donc être étendues à l'échelle nationale, au-delà de la Commune rurale de Fourou, en tenant compte des particularités propres à d'autres régions aurifères du pays.



A blue horizontal banner with a scroll-like design, featuring a vertical strip on the left and small circular details at the top corners.

## DEUXIEME PARTIE : DOSSIER PEDAGOGIQUE

## **CHAPITRES VII : PRESENTATION DES INSTITUTION ET SUGGESTION**

### **VII.1 Introduction**

Le Mali, confronté à des défis liés à un manque criant de personnel enseignant qualifié dans les structures techniques et professionnelles, a pris des mesures stratégiques pour répondre à ces besoins. Parmi ces initiatives, la création de l'école normale d'enseignement technique et professionnel (ENETP) est emblématique.

L'ENETP créée par l'ordonnance N°10-32/P-RM du 04 août 2010 ratifiée par la loi N°2011-042 du 15 juillet 2011 lui assignant cette mission qui est :

- La formation initiale des professeurs d'enseignement technique et professionnel ;
- La formation et le perfectionnement des personnels d'encadrement de l'enseignement technique ;
- La formation postuniversitaire en sciences de l'éducation ;
- L'élaboration et la production des supports pédagogiques ;
- La formation professionnelle continue de formateurs d'organismes de formation publics et privés ;
- La promotion et le développement de la recherche pédagogique et technologique.

Ainsi, pour valider le cycle d'études, en vue de l'obtention du diplôme de Master à l'école normale d'enseignement technique et professionnel, il est exigé aux étudiants, en plus de la validation de l'ensemble des modules contenus dans le programme des cinq (5) bonnes années réparties en dix (10) semestres, de faire un stage pédagogique au sein d'un établissement technique et professionnel dans l'une des filières en rapport avec la spécialité faite à l'ENETP, par suite, produire un rapport de cet activité pédagogique. En effet, le stage pratique est une période d'études pendant laquelle les étudiants de l'ENETP sont confiés à des enseignants à la fois compétents et dotés d'une longue expérience, afin que ces derniers les initient à leur métier. En plus de l'opportunité qu'il offre aux étudiants professeurs de l'ENETP d'affronter la réalité de la pratique de l'enseignement, il est aussi une exigence académique puisqu'il constitue une unité d'enseignement. C'est à l'occasion de celui-ci que le futur enseignant complète sa formation dans la mesure où théorie et pratique sont

intimement liées et met en application l'ensemble des compétences en psychologie, pédagogie et didactique acquises au cours de sa formation.

Dans le cadre du partenariat ÉCOLE-ÉCOLE, l'ENETP organise chaque année des stages pédagogique avec ses établissements partenaires (écoles techniques et professionnelles, instituts...) pour les étudiants en fin de cycle.

C'est ainsi que j'ai effectué mon stage pédagogique à l'Institut de Formation Professionnelle de Kalaban Coro (IFP/KCORO) au cours de l'année académique 2023-2024 pour une période de trois mois sous la supervision de M. Diaridia BENGALI, chargé du cours de matériaux de construction, santé et sécurité dans le travail.

### **VII.1.2 Défis et enjeu de la formation technique et professionnelle**

- Inadéquation entre la formation et le marché du travail
- Manque de ressources matérielles et financières.
- Insuffisance d'infrastructures adaptées.
- Faible valorisation de la formation technique par rapport à l'enseignement général.

### **VII.1.3 Importance de l'Enseignement Technique et Professionnel au Mali**

L'enseignement technique et professionnel est levier essentiel pour le développement économique et social du Mali. Elle permet de former une main-d'œuvre qualifiée, de lutter contre le chômage et favoriser l'industrialisation et l'entrepreneuriat. Conscient de cet enjeu, l'État malien a mis un accent particulier sur l'éducation et la formation technique et professionnelle. En vertu de la loi N°99-046 du 28 décembre 1999, modifiée par la loi N°2022-010 du 3 juin 2022, le Mali s'est fixé pour objectif (article 12) de promouvoir et de développer cet enseignement pour garantir une formation de qualité.

Investir dans la formation technique et professionnelle est donc une nécessité pour assurer un avenir meilleur à la jeunesse et renforcer la compétitivité du pays.

### **Expansion des Etablissement Technique et professionnelle**

La formation technique et professionnelle connu une expansion notable ces dernières années, tant dans le secteur public que privé. Cette croissance vise à répondre aux besoins croissants du marché du travail et à améliorer l'employabilité des jeunes.

Pour assurer une formation de qualité et combler le déficit d'enseignant dans le secteur technique et professionnel, le cycle de formation des professeurs de l'enseignement technique et professionnel de l'ENI-ABT a été remplacé par l'École Normale d'Enseignement Technique et Professionnel (ENETP).

### **VII.2 Présentation de l'école d'accueil**

L'Institut de Formation Professionnelle (IFP) de Kalaban Coro a été créé suite à la restitution et à la validation du rapport d'avant-projet sommaire en mai 2011. Sa mission principale est la formation des élèves dans les domaines techniques professionnels mais aussi dans les métiers socioprofessionnels. L'établissement est directement rattaché à l'Académie d'Enseignement (AE) de Kalaban Coro. (Source : Administration).

#### **VII.2.1 Situation géographique**

L'Institut de Formation Professionnelle (IFP) de Kalaban Coro est situé dans la commune rurale de Kalaban Coro, au sud-ouest du district de Bamako et plus précisément au nord du campus universitaire de KABALA.

## VII.2.2 Organisation administrative (organigramme)

L'organisation administrative de l'IFP de Kalaban Coro se présente comme suit :

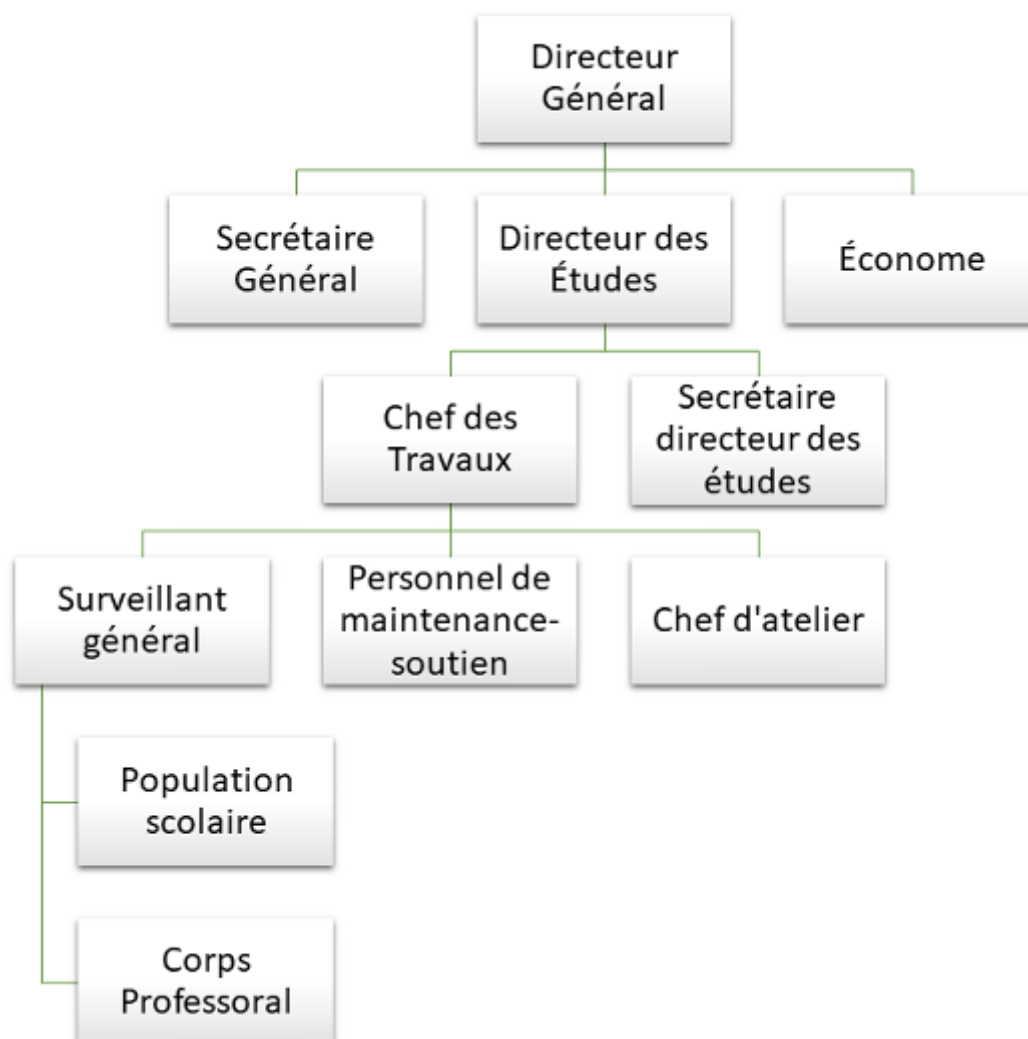


Figure 45: Organigramme de l'IFP

## VII.2.3 Organes de gestion scolaire

L'IFP de Kalaban Coro est dirigé par un Directeur Général, responsable de l'établissement dans tous les aspects de la vie publique, de l'animation, de l'encadrement, du suivi et de l'évaluation des programmes, de la gestion du personnel et des biens, et de la planification des priorités.

Le Directeur Général est assisté par le Directeur des Études, chargé de l'organisation et du contrôle des cours et des études, ainsi que de la gestion de la population scolaire.

Le Chef des Travaux organise et contrôle les ateliers, coordonne les enseignements techniques et professionnels, élabore des programmes de formation pour les professeurs, et gère les relations avec le milieu professionnel, ainsi que l'utilisation des ateliers.

Le Surveillant maintient l'ordre et la discipline en appliquant le règlement intérieur, et veille à la santé physique et morale des élèves en relation avec l'infirmerie.

L'Économe, sous la responsabilité du Directeur Général, gère les fonds et valeurs de l'établissement, conserve les documents justificatifs, contrôle les biens meubles et immeubles, centralise et vérifie les opérations comptables, et effectue les inventaires en fin d'année.

#### **VII.2.4 La Direction**

Organe suprême de tout établissement, chargée du traitement des dossiers administratif et pédagogique afin d'assurer la bonne marche de l'institut. Dirigée par le directeur général, qui est accompagné par le directeur des études, le Chef des travaux, le Surveillant, l'économe et le secrétaire général.

L'application correcte du règlement intérieur, l'application du programme, le bon déroulement des cours, le suivi pédagogique, et le maintien de la discipline sont entre autres les principales tâches de la direction.

#### **VII.2.5 Conseil des maîtres**

Rencontre réunissant le surveillant général, le chef des travaux, le secrétaire général, l'économe et les enseignants. Sous la présidence du directeur général, ce conseil se tient en début d'année pour faire l'état d'avancement de l'institut dans l'atteinte de ses objectifs mais aussi il vise à faire des propositions pour la nouvelle année.

Le conseil passe aussi au peigne fin tous les problèmes relatifs à la vie scolaire et prend des décisions pour résoudre ces problèmes.

### **VII.3 Organisations pédagogiques**

#### **VII.3.1 Comité pédagogique**

C'est un groupe ou un regroupement composé des enseignants/encadreurs et des professeurs-stagiaires, ce comité sert de lieu et de cadre d'échange entre ses membres sur les thématiques liés à l'enseignement, l'évolution des cours et les difficultés rencontrées.

#### **VII.3.2 Pédagogie et didactique appliquées**

L'approche par compétence (APC) bien que recommandée dans ces types d'enseignement reste toujours en marge dans l'animation des cours, cette marginalisation est principalement due aux manques de moyens didactiques.

La pédagogie classique ou l'approche par objectif (APO) est plus privilégiée par rapport aux autres méthodes bien que l'APC soit partiellement appliquée.

#### **VII.3.3 Comité sportif et culturel**

C'est un grand comité composé d'un président, d'un vice-président et d'un gestionnaire des matériels. Ce grand comité divisé en deux sous-comités qui sont aussi composés de plusieurs membres, tous enseignants.

Ces sous-comités organisent et coordonnent toutes les activités culturelles et sportives dans le milieu scolaire.

### **VII.4 Les syndicats**

Il existe au sein de l'IFP un syndicat qui défends et revendique les droits des enseignants de l'établissement. C'est le SYPESCO (Syndicats des Professeurs de l'Enseignement Secondaire et des Collectivités)

### **VII.5 Filières de formation**

Les formations dans les domaines tertiaires et industrielles font de l'Institut de Formation Professionnel (IFP) un établissement d'avenir dans les métiers. Les formations sont couronnées par des diplômes du Certificat d'aptitude professionnelle (CAP) et du Cycle Brevet de Technicien (BT).

Les types de formations sont :

#### **✓ Cycle Brevet de Technicien (BT)**

1. Technicien en réparation et la maintenance automobile
2. Technicien dessinateur projecteur architecture
3. Technicien chef de chantier
4. Technicien en plomberie
5. Technicien en maroquinerie
6. Technicien en botterie
7. Technicien tannerie chimiste
8. Technicien en électricité

#### **✓ Cycle Certificat d'Aptitude Professionnelle (CAP)**

1. Mécanique automobile
2. Maçonnerie
3. Monteur électricien
4. Plomberie sanitaire

Les cycles du brevet de technicien (BT) couvrent une formation sur quatre ans après le diplôme d'étude Fondamental (DEF) et une formation de deux ans pour le cycle du CAP (Certificat d'Aptitude Professionnel).

### **VII.6 Emploi du temps**

Les emplois du temps sont élaborés par la direction et plus précisément par le directeur des études en fonction des modules et du programme officiel.

### **VII.7 Effectifs**

L'Institut de Formation Professionnel compte pour l'année scolaire 2023-2024 mille sept-cent (1700) élèves dont six cent quatre-vingt-seize (696) filles et mille-quatre (1004) garçons dans le cycle du brevet de technicien (BT) (Tableau5.2) et cent-un (101) élèves en cycle de Certificat d'Aptitude Professionnel (CAP) pour quarante-trois (43) filles et cinquante-huit (58) garçons.

*Tableau 12:Effectifs du Cycle Brevet de Technicien (BT)*

N°	Spécialité	Effectif Garçons	Effectif Filles	Sous Total
1	Technicien en réparation et la maintenance automobile	315	111	426
2	Technicien dessinateur projecteur architecture	261	262	523
3	Technicien chef de chantier	117	105	222
4	Technicien en plomberie	140	55	195
5	Technicien en maroquinerie	27	62	89
6	Technicien en botterie	39	53	92
7	Technicien tannerie chimiste	25	26	51
8	Technicien en électricité	80	22	102
	<b>TOTAL</b>	1004	696	1700

*Tableau 13: Effectifs du Certificat d'Aptitude Professionnel (CAP)*

N°	Spécialité	Effectif Garçons	Effectif Filles	Sous Total
1	Mécanique automobile	11	13	24
2	Maçonnerie	0	0	0
3	Monteur électricien	47	30	77
4	Plomberie	0	0	0
	<b>TOTAL</b>	58	43	101

## **VII.8 Fonctionnement des classes**

Il faut noter que à l'IFP, les cours sont modulaires c'est à dire chaque module (cours) est défini par des objectifs et micro-objectifs que l'enseignant doit atteindre sur une période. Les modules sont aussi définis en fonction de sa durée. Les cours se déroulent du lundi au samedi de 08h-12h à l'institut avec une pause de trente (30) minutes de 10h30-11h.

Le choix revient à l'enseignant de faire l'appel au début ou à la fin de son cours pour le contrôle de présence. Les cours se déroulaient toujours avec une motivation au début, une explication de la leçon, l'application avec des exemples clairs et précis et je pouvais constater qu'après chaque leçon, mon titulaire organisait une évaluation.

L'une des particularités de l'IFP est que presque tous les modules sont accompagnés par des séances de travaux pratique au début ou à la fin du cours. Les travaux pratiques composante indispensable dans l'enseignement technique et professionnel sont mis en avant et les élèves sont très motivés dans ces séances vu qu'ils y voient leurs intérêts et ils sont confrontés plus ou moins à la réalité sur le terrain. L'ambiance dans les cours avec mon superviseur était très bonne et est des plus que ludique.

## **VII.9 Activités menées**

### **VII.9.1 Activités pédagogiques**

Sous la supervision de M. BENGALI, chargé des modules des matériaux de construction, Organisation et santé et sécurité dans les classes de Travaux Chef de Chantier (TCC) et en



Technicien dessinateur projecteur architecture (DPA), de la 1ère année à la 4ème année j'ai mené plusieurs activités en tant que stagiaire.

Parmi ces activités que j'ai menées en tant qu'étudiant-professeur, on peut citer :

- Dispenser des cours sous la présence ou non du superviseur
- Assister aux cours de mon superviseur
- Animer les séances de travaux dirigés (TD) et les travaux pratiques (TP)
- Surveiller des évaluations (devoirs et examens)
- Synthèse des leçons et correction des exercices d'applications

### **VII.9.2 Activités parascolaires**

Au-delà de leurs aspects ludiques, les activités parascolaires occupent une place très importante dans le développement personnel des apprenants. Ces activités sont des moyens d'épanouissement des élèves de par leurs participations aux différentes activités (divertissement, jeux et des sorties de détente, excursions, sports...), ces activités permettent à l'apprenant d'être plus dynamique, de se divertir tout en démontrant ses talents.

La jeunesse rime avec dynamisme, c'est ainsi que j'ai participé aux activités d'organisation du tournoi de football inter-filières de l'institut en compagnie du comité sportif. Ce tournoi a vu la participation de toutes les filières de formation mais il a aussi permis la détection de plusieurs talents.

Sur le plan personnel, j'ai participé aussi à plusieurs activités (formation, rencontres...) de l'association des étudiants minier du Mali (AEM-MALI) et en ma qualité de secrétaire principal la trésorerie j'étais chargé de gérer les ressources financières de l'association.

### **VII.10 Difficultés rencontrées et solution apportées**

#### **VII.10.1 Difficultés Rencontrées**

Nous pouvons diviser ces difficultés en deux catégories : les difficultés matérielles et les difficultés pédagogiques :

##### **Les difficultés sur le plan matérielles**

- Insuffisance et manque de certains matériels didactiques chez les apprenants ;
- Des ateliers moins équipés ;
- Insuffisance de moyens (technique et financier) adéquats pour l'application de l'APC ;
- Pas de bibliothèque ;
- Locaux en chantier et d'autres locaux en cours de dégradation ;
- Faible entretien des locaux.

##### **Les difficultés sur le plan pédagogique**

- L'interruption des programmes dans les classes précédentes ;
- La perturbation de cours par certaines élèves ;

- Le faible niveau de certains élèves en français ;
- L'absence de certains élèves en plein cours pour d'autres
- Évaluations antérieures (système modulaire) ;
- L'absence et le retard des apprenants ;
- L'indiscipline des élèves ;
- Insuffisances remarquées en prérequis de certains élèves

#### **VII.10.2 SOLUTION APPOORTEE**

Durant mon stage, j'ai entrepris quelques mesures afin de mieux gérer les tas de problèmes dans l'institut. Ces solutions sont entre autres :

1. Une animation pro-active de la classe à travers des travaux de groupes, des jeux de sociétés ;
2. L'organisation d'un environnement d'expression et d'interaction des élèves ;
3. La multiplication des exercices théoriques ;
4. Organisation des expériences pratiques (visualiser des images, des vidéos et manipuler des objets) pour concrétiser la théorie ;
5. Des séances de mise à niveau en revenant sur les notions des classes inférieures ;
6. Organisation des évaluations de suivi à la fin de chaque semaine pour l'obtention du niveau exact des élèves ;
7. Sensibilisation des élèves sur l'importance des modules enseignés.

#### **VII.11 Leçons tirées lors du stage**

Le stage se veut être d'abord un environnement d'apprentissage mais on ne doit pas oublier les leçons et les expériences tirées de ces activités. Une étude comparative mettant en lumière (les défis et perspectives, les intérêts et motivations) doit être fait par l'élève-enseignant afin d'ériger ses points de satisfactions et il doit aussi être capable de soumettre des suggestions à qui de droit.

##### **VII.11.1 Défis et Perspectives**

Les défis sont énormes pour un jeune enseignant non seulement il doit être en mesure de démontrer son savoir acquis à l'École Normale Enseignement Technique et Professionnel (ENETP) mais aussi il doit manifester son savoir-faire dans la préparation, l'organisation et l'animation des cours/leçons tout en respectant les codes d'éthique et de la déontologie.

Au cours de mon stage à l'IFP, j'ai su faire une analyse approfondie entre les modules des sciences de l'éducation (pédagogie, didactique, psychologie, l'approche par compétence, micro enseignement) appris à l'ENETP et les méthodes appliquées à l'institut. Ceci m'a permis de préparer et de dispenser des modules et m'a permis de m'auto-évaluer afin de faire aux défis du futurs.

##### **VII.11.2 Intérêts**

Ce stage m'a permis d'avoir la confiance en soi et a été pour moi une expérience dans l'application de mon futur métier. Au-delà de l'aspect de dispenser des cours, l'environnement scolaire m'a permis d'étudier le comportement psychologique des élèves qui m'était étranger. Il m'a aussi permis de connaître mieux les apprenants, de développer mon esprit d'équipe, d'acquérir de nouvelles expériences et de consolider mes compétences.

### **VII.11. Motivations**

J'aime l'enseignement de nature, et je pense que c'est le plus beau métier du monde. Ma volonté de faire acquérir un savoir est inébranlable, ce qui me motivait davantage à aller plusieurs jours à l'institut.

Je constatais aussi la soif d'apprendre de ces apprenant par le fait qu'il posaient des questions sur les points non compris mais aussi ils me considéraient comme un ami en me confiant leurs problèmes personnels.

Fort de mon esprit d'équipe et de partage, je partageais mes expériences en tant qu'étudiant tout en leur sensibilisant sur la nécessité d'apprendre et de se former. Ces apprenants étaient devenus mes premiers interlocuteurs car j'étais ouvert à eux et je transmettais un climat de confiance et de non crainte.

Enfin, assister M. BENGALI était un plaisir et il me mettait à l'aise à travers ses conseils et la confiance accordée par l'administration me donnait envie d'être présent chaque jour à l'institut.

#### **VII.11.4 Points de satisfactions**

Ce stage était plutôt satisfaisant car j'ai eu l'opportunité de mettre en pratique la théorie apprise à l'ENETP avec la réalité sur le terrain. La facilité d'accès aux informations nécessaires à la rédaction de mon rapport de stage mais aussi à celui du mémoire a aussi été un point de satisfaction.

La disponibilité, le dévouement et l'engagement des personnels de l'institut m'ont permis de m'immiscer facilement dans le milieu scolaire. J'ai été en contact direct avec mes cibles (élèves, enseignant, direction...), cette immersion m'a été bénéfique car j'avais la chance de manager, de comprendre les élèves et de déterminer le type de pédagogie à mettre en pratique pour leur enseignement.

L'IFP m'a donné la chance de m'ouvrir à cœur joie au monde de l'enseignement et d'aimer encore plus ce métier.

### **VII.12 Suggestions**

#### **VII.12.1 Points de convergence entre le stage et la formation à l'ENETP**

En fin de compte, je suis parti avec une grande fierté d'avoir pu véritablement expérimenter la réalité du terrain tout en étant convaincu d'avoir gagné le respect et l'estime de mon superviseur et des membres de l'administration.

En réalité, j'ai réalisé qu'il existe une cohérence presque parfaite qui se dégage entre la formation dispensée à l'ENETP et le stage que j'ai effectué, malgré que j'exerçasse dans la filière du Technicien dessinateur projecteur en architecture et étant donné que je suis minier de formation.

Le constat est que de nombreux modules enseignés à l'ENETP sont également proposés à l'IFP/K-CORO notamment la résistance des matériaux (RDM), la topographie.... L'approche

pédagogique utilisée est l'Approche par Compétences (APC), que l'ENETP intègre et recommande à ses étudiants.

### **VII.12.2 Points de divergences entre le stage et la formation de l'ENETP**

Il existe également des différences notables, notamment :

1. Certains chapitres complémentaires sont abordés dans les lieux de stage à l'IFP/K-CORO mais ne font pas partie du programme de l'ENETP ;
2. À l'IFP/K-CORO, une part significative de la formation repose sur les Travaux pratiques, tandis qu'à l'ENETP les cours théoriques ont une proportion très élevée par rapport aux cours pratiques qui sont presque inexistants dans certains semestres ;
3. L'IFP n'a pas encore ouvert la filière "Exploitation minière".

### **VII.12.3 Besoins en formation pour rendre votre travail plus efficace**

Enfin d'assurer plus d'efficacité dans notre travail, nous suggérons à l'ENETP d'entreprendre les actions suivantes :

1. Accroître les pratiques d'enseignement en mettant en place des séances d'exposés ;
2. Introduire des modules supplémentaires qui répondent à la question de l'adéquation formation-emploi ;
3. Organiser des excursions et visites de terrain afin de familiariser les étudiants avec leurs domaines ;
4. Proposer aux étudiants des mini-projets ou des projets tutorés afin de les initier à la recherche ;
5. Réajuster les programmes en master afin de permettre aux étudiants d'effectuer leurs stages dans de meilleures conditions.

Pour les établissements techniques et professionnels, les suggestions sont les suivantes :

- Acquérir des équipements didactiques adéquats pour soutenir la réalisation des cours ;
- Renforcer les activités pratiques, telles que les visites sur le terrain et les excursions ;
- Accroître le nombre de salles de classes et d'ateliers disponibles afin de mieux gérer les effectifs pléthoriques ;
- Adopter pleinement la méthode APC dans leur approche pédagogique ;
- Mobiliser tous les moyens nécessaires pour couvrir entièrement le programme annuel ;
- Mettre en place des dispositifs de suivis des élèves sur leurs lieux de stage ;
- Accroître les partenariats avec les industries des secteurs concernés ;
- Installer une cantine scolaire pour répondre aux besoins alimentaires des étudiants.

## **Synthèse**

Une présentation sur l'école d'accueil avec ses filières de formation est décrite dans ce chapitre. Nous avons aussi effectué une analyse sur le déroulement du stage avec des avis et expériences personnelles.

Par ailleurs il faut noter des points de concordances et de divergences mettant en lumière la formation acquise dans les classes et la pratique sur le terrain. En dernier lieu, des suggestions ont été élaborées à l'endroit des établissements techniques et professionnels mais aussi à l'ENETP.

## CHAPITRES VIII : LEÇON MODÈLE

<p><b>ÉTABLISSEMENT</b> : Institut de Formation Professionnel de kalaban-coro (IFP)</p> <p><b>ENSEIGNANT</b> : Adama KONE</p> <p><b>BRANCHE</b> : Technicien dessinateur projecteur en architecture</p> <p><b>MODULE 13</b> : Etude des matériaux du bâtiment</p> <p><b>ENONCE DE LA COMPETENCE</b> : Etudier les matériaux de construction du bâtiment</p> <p><b>ELEMENT DE COMPETENCE</b> :</p> <p>1. Etudier les roches</p> <p>1.3 Identification de la composition de l'argile</p> <p><b>MATERIELS DIDACTIQUES</b> : tableau noir, craie, image, échantillons d'argile, entonnoir, l'eau, verre, récipient.</p> <p><b>REFERENCES</b> : L'argile en géologie et en matériaux de construction – R. hubert, 2015, Editions Technique et Ingénierie.</p>	<p><b>CLASSE</b> : DPA</p> <p><b>DATE</b> :</p> <p><b>DUREE</b> : 120'</p> <p><b>EFFECTIFS</b> : 42</p> <p>- Filles : 27</p> <p>- Garçons : 15</p>
--	--

ÉTAPES	ACTIVITÉ DE L'ENSEIGNANT	ACTIVITÉ DES APPRENANTS	MÉTHODES	DURÉE
INTRODUCTION	<p>Faire l'appel</p> <p><u>Révision</u></p> <p>- Quel est le titre de la dernière leçon ?</p> <p>- Quelle est l'utilisation du granite en génie civil ?</p> <p>De quoi avons-nous besoins pour fabriquer les tuiles ?</p> <p><b>OBJECTIFS</b> : connaître les propriétés, la composition et la structure de l'argile ainsi que son utilisation en génie civil.</p>	<p>Répondre par présent ou absent</p> <p>Le titre de la dernière est l'identification de la composition minéralogique du granite.</p> <p>Le granite est généralement utilisé pour les parements de façades, des escaliers et les perrons, la décoration, les dallages, les sculptures et les pierres tombales.</p> <p>Nous avons besoins de l'argile pour fabriquer les tuiles.</p> <p>Ecoutez l'enseignant</p>	INTERROGATIVE	10-15'

DÉVELOPPEMENT	<p>Que voyez-vous sur la table ? Observer le papier et dites ce que vous voyez</p> <p><b>Contenu Théorique :</b> Explication des concepts (la définition, l'origine, la composition et la structure de l'argile), classification des argiles et l'utilisation des argiles.</p> <p><b>Démonstration :</b> Présentation des différents objets expérimentation (l'eau, verre entonnoir récipient, chiffon et l'argile).</p> <p><b>Activité pratique :</b> Travail en petit groupe de sept élève (réalisation de trois expériences, il s'agit de rayer argile avec l'ongle et malaxer l'argile avec de l'eau pour voir son comportement et le teste de rétention d'eau avec l'eau, verre, sol, entonnoir...</p>	<p>On voit une roche d'argile, un verre, un entonnoir, une bouteille d'eau et un chiffon sur la table. On voit un dispositif pour tester la rétention d'eau par un sol. Suivre l'exposé Poser les questions Travailler en équipe Faire l'expérience en utilisant les objets</p>	INTERROGATIVE+EXPOSITIVE	15-20'
---------------	---	---	--------------------------	--------



SYNTHÈSE	<p><b>Discussions :</b>          Après l'expérience          Qu'est-ce que l'argile ?          Quel est son origine ?          Donnez la composition de l'argile.          Citez les propriétés de l'argile.          Selon vos connaissances existe-t-il combien de familles d'argile ?          Quelle est l'utilisation de l'argile dans le BTP ?</p>	<p><b>Définition :</b> L'argile est un matériau naturel constitué principalement de fines particules minérales, rayable à l'ongle, fragile à sec, durcisse à la cuisson et imperméable.</p> <p><b>L'origine :</b> elle provient de l'altération de roches silicatées, principalement des feldspaths et des silicates.</p> <p><b>Composition :</b> l'argile est composée principalement de silicates d'aluminium hydratés (<math>Al_2SiO_5</math>, <math>H_2O</math>). Elle contient également des oxydes de fer, de calcium, de magnésium et de potassium. Ces composants peuvent varier en fonction de la région et des conditions géologiques de formation.</p> <p><b>Propriétés :</b>          Elles sont : la plasticité, le comportement au séchage et le comportement à la cuisson, l'infusibilité.</p> <p><b>Classification :</b>          Selon leurs structures chimiques, il existe environ cinq (5) grands groupes d'argiles : les <b>kaolins</b>, les <b>illites</b>, les <b>vermiculites</b>, les <b>smectites</b> et les <b>chlorites</b>.</p> <p><b>Utilisation :</b> l'argile est utilisée dans de nombreuses applications de construction, notamment : fabrication des briques et de tuiles ; production du ciment ; poterie, céramique et la réalisation de remblais imperméables et de noyaux de digues ou de barrages.</p>	INTERROGATIVE+EXPOSITIVE	20-25'
----------	--	--	--------------------------	--------

ÉVALUATION	<b>Évaluation :</b> Quel est l'origine de l'argile ? Donner la définition de l'argile Citer les propriétés de l'argile Donner la classification de l'argile Quel rôle joue l'argile en BTP ?	Répondre aux questions	INTERROGATIVE	10-15'
APPLICATION	<b>Evaluation pratique :</b> Le village de N'golobougou envisage la construction d'un ouvrage de retenue d'eau, tel qu'une digue ou un barrage. Pour cela les habitants proposent d'utiliser un tas d'argile disponible localement comme matériau principal. A partir de tests de rétention d'eau effectués sur cet échantillon d'argile, en groupe de sept, évaluer si le matériau proposé est adapté à la réalisation de l'ouvrage. Concluez sur la faisabilité du projet en justifiant votre réponse à l'aide des résultats obtenus.	Réaliser la tâche	INTERROGATIVE	25-30'

## Bibliographie

- [1] Aicha, B. (2015/2016). Proposition d'un plan de réhabilitation de la mine à système de « heap leaching » du projet Bouly. Proposition d'un plan de réhabilitation de la mine à système de « heap leaching » du projet bouly ; 61.
- [2] Amidou KONE, (Janvier 2021). Propositions d'amélioration des techniques de l'exploitation minière artisanale sur les sites d'orpaillage de Yanfolila et Kalana
- [3] ANDRIAMIADANARIVO J. Ni, (Novembre 2023). Optimisation de l'exploitation artisanal de l'or : cas de le commune rurale de Dabovala district Miandrivazo
- [4] DEMBELE. A, 2022, L'orpaillage, la population et l'environnement dans la commune de Fourou. Mémoire de master option planification environnementale et gestion de développement durable, Université Delta-C, Bamako, 127 p.
- [5] El Farouk MAMAN ILLATOU, (décembre 2021). Impacts de l'orpaillage et de l'agriculture sur la qualité des eaux du Liptako nigérien : identification des hots spots des pollutions métalliques et organiques, transferts de connaissances entre recherche et terrain ;218p.
- [6] GIZ, P. F. (2018, Mars). Programme de Développement économique, social et culturel 2018 - 2022, Commune rurale de FOUROU. Programme de Développement économique, social et culturel 2018 - 2022, Commune rurale de FOUROU, bureau d'études « FAGUI », 10-25. FOUROU, cercle de Kadiolo, Sikasso : Bureau d'études « FAGUI. » Consulté le 09 05, 2020.
- [7] Keita, A. (août 2017). Orpaillage et accès aux ressources naturelles et foncières au Mali (éd. Centre interdisciplinaire de recherche en développement international et société). (A. K. [GERSDA], Éd.) Montréal, Québec, Canada : Les Cahiers du CIRDIS Collection recherche. Doit :1929-1027.
- [8] L'Etat malien, L. (2012). Code minier 2012. Mali-45P.
- [10] La mine artisanale en Afrique de l'Ouest francophone. Coédité par le Service géologique du Danemark et du Groenland (GEUS) et le Service géologique de la France (BRGM).
- [11] Medinilla. A, Karkare. P et Zongo. T, (Mai 2020). Encadrer à nouveau l'artisanat minier au Burkina Faso : vers une approche contextualisée ;29p.
- [12] Organisation mondiale de santé. (2017). Santé et extraction minière artisanale et à petite échelle de l'or. Suisse-36P.
- [13] Organisation Mondiale de la Santé. Risques pour la santé au travail et l'environnement associés à l'extraction minière artisanale et à petite échelle de l'or. Genève : OMS ; 2017.
- [14] RAFANAMBINANTSOA J. B. E. Amélioration de l'exploitation de la pegmatite d'andranomahery Anjanadoria ; 2021.
- [15] Sawadogo E. L'impact de l'exploitation artisanale de l'or : cas du site de Fofora dans la province du Poni. Mémoire de Maîtrise en sociologie. Ouagadougou : Université de Ouagadougou. 2011 ; 65p.
- [16] S.E.M Housseyni Amion GUINDO. [Mars 2020]. Plan d'action national pour l'extraction minière artisanale et à Petite Échelle d'or au Mali Conformément à la convention de [14]
- [17] Minamata sur le Mercure. Bamako : ministre de l'Environnement, de l'Assainissement et du Développement durable. Consulté le 2 12, 2020.

[18] SEYDOU KEITA, S. A. (SEPTEMBRE 2001). Etude sur les Mines Artisanales et Les Exploitations Minières à Petite Echelle au Mali-54P.

[19] Adama Koné, Cliché Personnel avec Tecno Spark 20, (2024-2025).

### **WEBOGRAPHIE WEB**

[1] [www.google scholar.com](http://www.google scholar.com)

[2] <https://www.goldlineorpaillage.fr/rampes-sluice-orpaillage/>

[3] <https://www.carrolltechnologiesgroup.com/gold-mining-safety-equipment-and- solutions/>.

[4] <https://www.chercheurdor.net/sluice/>

## ANNEXE 1 : QUESTIONNAIRE

Bonjour, je m'appelle Adama KONE, natif du cercle de Kadiolo plus précisément dans la Commune rurale de Fourou (village). Étudiant en master 2 de l'Ecole Normale d'Enseignement Technique et Professionnel « ENETP », en exploitation minière. Dans notre cursus étudiant, nous sommes tenus de présenter un mémoire et nous sommes là aujourd'hui dans ce cadre. Nous venons vers vous pour que vous puissiez nous aider avec vos connaissances et savoir-faire dans le domaine de l'orpaillage pour la réalisation de ce mémoire. Nous vous assurons que les informations recueillies auprès de vous sont strictement confidentielles et qu'aucun nom ne sera divulgué à personne. Êtes-vous prêts, à m'accorder un peu de temps pour vous poser des questions ?

### 1. Caractéristique sociodémographique des membres du ménage.

N°	L.P/ C.M	N.I	S.M/ 15 ans+	Âge	Sexe	Origine socioprofessionnelle	Pays d'origine
01							

### 2. Les facteurs de productions

#### 2.1. Facteurs physiques

##### 2.1.1 Les matériels

Nature du matériel	Nombre/ matériel	Mode d'acquisition
<input type="checkbox"/> <b>Les matériels de déblayage des sites.</b>		
La machette		
La hache		
Machine à scier		
<input type="checkbox"/> <b>Les matériels de fonçage des sites.</b>		
La houe		
Pioche		
Sarcloir		
<input type="checkbox"/> <b>Les matériels de tirage de cordes des sites.</b>		
Le sceau		
Le petit sceau		
La corde		
<input type="checkbox"/> <b>Les matériels de transport des minerais des sites.</b>		
Tricycle		
Benne		
Brouette		
La charrette		

La moto		
---------	--	--

☐ **Les matériels de concassage des minerais.**

Le concasseur		
Burins		
Marteau		
Lunette		
Le sac		

☐ **Les matériels de broyage des minerais.**

Broyeur		
Protège-Nez		
Tennis		

☐ **Les matériels de lavage des minerais.**

La sluice box		
Tasse		
Gants en plastics		
Les barils		
Paire de bottes		

## 2.2 Les effets de l'orpaillage sur la population

### 2.2.1 Les effets négatifs de l'orpaillage sur la population

Questions	Résultats attendus	Codes
Entraîne-t-il un afflux de la population vers les sites ?	Oui	01
	Non	02
	Sans réponse	03
Si oui quelles sont les raisons de cet afflux ? .....		
.....		
Sinon pourquoi ? .....		
.....		
Y a-t-il des contraintes liées à cet afflux ?	Oui	01
	Non	02
	Sans réponse	03
Si oui, lesquelles ?.....		
.....		
Avez-vous une solution pour atténuer pour ces contraintes ?	Oui	01
	Non	02
	Sans réponse	03
Si oui, lesquelles ?.....		
.....		

### 2.2.3 Les effets de l'orpaillage sur la santé humaine

Questions	Résultats attendus	Cod es
Est-ce que l'orpaillage provoque des effets de nuisances sonores ?	Oui	<b>01</b>
	Non	<b>02</b>
	Sans réponse	<b>03</b>
Si oui, quels sont les effets de la nuisance sonore ? .....		
.....		

Quelle solution peut-on préconiser ? .....		
.....		
Pendant le fonçage, êtes-vous exposé aux risques ?	Oui	<b>01</b>
	Non	<b>02</b>
	Sans réponse	<b>03</b>
Si oui, lesquels ? .....		
.....		
Parmi les risques ainsi cités, selon vous quelles sont les causes ? .....		
.....		
Quelles solutions préconisez-vous pour éviter ou les atténuer ? .....		
.....		
Figure-t-elle le risque d'éboulement parmi les risques cités dessus ?	Oui	<b>01</b>
	Non	<b>02</b>
	Sans réponse	<b>03</b>
Si oui, sur quel type de substrats a-t-il lieu ? .....		
.....		
Utilisez-vous des moyens de protection ?	Oui	<b>01</b>
	Non	<b>02</b>
	Sans réponse	<b>03</b>
Si oui, lesquels ? .....		
.....		
Est-il élevé, le risque lié au concassage ?	Oui	<b>01</b>
	Non	<b>02</b>
	Sans réponse	<b>03</b>
Si oui, lesquels ? .....		
.....		
Les broyeurs sont-ils exposés aux risques de santé ?	Oui	<b>01</b>
	Non	<b>02</b>
	Sans réponse	<b>03</b>
Si oui, lesquels ? .....		
.....		



Sinon, pourquoi l'utilisez-vous ? .....		
Quelles sont les maladies hydriques que vous rencontrez ? .....		
Est-ce que les ressources d'approvisionnement en eau potable sont affectées par les produits chimiques ?	Oui	<b>01</b>
	Non	<b>02</b>
	Sans réponse	<b>03</b>
Si oui, comment ? .....		
Quelles sont les maladies engendrées par l'orpaillage ? .....		

#### 2.2.4 Les effets de l'orpaillage sur l'environnement.

Est-ce selon vous, l'orpaillage induit des effets sur le relief ?	Oui	<b>01</b>
	Non	<b>02</b>
	Sans réponse	<b>03</b>
Si oui, lesquels ?.....		
Comment ?.....		
Y a-t-il des effets engendrés par l'orpaillage sur le sol ?	Oui	<b>01</b>
	Non	<b>02</b>
	Sans réponse	<b>03</b>
Si oui, lesquels ? .....		
Quelles sont les solutions à préconiser pour atténuer ces effets ?.....		
Quelles sont les contraintes liées aux solutions préconisées ?.....		
Est-ce que l'orpaillage a des effets sur les eaux ?	Oui	<b>01</b>
	Non	<b>02</b>
	Sans réponse	<b>03</b>
Si oui, comment ? .....		
Sinon pourquoi ? .....		
Peut-on prévoir des solutions pour réduire les effets ?	Oui	<b>01</b>
	Non	<b>02</b>
	Sans réponse	<b>03</b>
Si oui, lesquelles ?.....		
Avec l'avènement de l'orpaillage avez-vous constaté une diminution de la faune ?	Oui	<b>01</b>
	Non	<b>02</b>

	Sans réponse	03
Si oui, quelles sont les causes de cette perte ? .....		
Est-ce que la cyanuration constitue un danger pour la vie aquatique ?	Oui	01
	Non	02
	Sans réponse	03
Si oui, comment ? .....		
Le mercure peut-il impacter la vie aquatique ?	Oui	01
	Non	02
	Sans réponse	03
Si oui, comment ? .....		
Les autres substances chimiques (huiles usées, détergentes, les piles, etc.) peuvent-elles nuire à la vie aquatique ?	Oui	01
	Non	02
	Sans réponse	03
Si oui, comment ? .....		
Sinon, pourquoi ? .....		
L'orpaillage a-t-il des effets sur l'air ?	Oui	01
	Non	02
	Sans réponse	03
Si oui, quelles sont les sources de pollution de l'air ? .....		
Quels sont les effets de l'orpaillage sur l'air ? .....		
Quelle solution peut-on préconiser ?.....		
Y a-t-il des contraintes ?	Oui	01
	Non	02
	Sans réponse	03

## ANNEXE 2 : OUTIL DE COLLECTES DES DONNEES DU GUIDE D'ENTRETIEN

Bonjour, je m'appelle Adama Koné, natif du cercle de Kadiolo plus précisément dans la Commune rurale de Fourou (village). Étudiant en master 2 de l'Ecole Normale d'Enseignement Technique et Professionnel « ENETP », en exploitation minière. Dans notre cursus estudiantin, nous sommes tenus de présenter un mémoire et nous sommes là aujourd'hui dans ce cadre. Nous venons vers vous pour que vous puissiez nous aider avec vos connaissances et savoir-faire dans le domaine de l'orpaillage pour la réalisation de ce mémoire. Nous vous assurons que les informations recueillies auprès de vous sont strictement confidentielles et qu'aucun nom ne sera divulgué à personne. Êtes-vous prêts, à m'accorder un peu de temps pour vous poser des questions ?

Structure : .....

Fonction : .....

Âge : .....

Genre : .....

Tableau 14: Outil de collectes des données du guide de l'entretien

N°	Thème	Sous thèmes	.....
1	Historique de l'orpaillage dans la zone.	Historique des sites d'orpaillage.	.....
		Historique de l'exploitation aurifère.	.....
2	Évolution des équipements.	Les équipements autrefois utilisés.	.....
		Les équipements utilisés aujourd'hui.	.....
3	Réhabiliter des sites d'orpaillage.	Suivi après fermeture.	.....
4	Effets néfastes sur l'environnement et la population.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Effet/relief.</li> <li>• Effet/sol.</li> <li>• Effet/air. .... Ef- fet/eau</li> <li>• Effet/végétation et faune.</li> <li>• Les risques liés aux conditions de travail et de vie.</li> </ul>	..... ..... ..... ..... .....

### ANNEXE 3 : Glossaire des termes

**Vent tube :** C'est une sorte de tuyau que les orpailleurs fabriquent à l'aide de plastique pour faire passer de l'air au fond du puit. Ils utilisent un instrument comme éventail pour produire cet air.

**La voûte naturelle :** ouvrage en pierres en forme d'arc de cercle laquelle recouvre un certain espace, et dont les éléments se maintiennent en équilibre et supportent une surcharge, en transmettant les pressions sur des points d'appui.

**Voûte en anse de panier :** Arcs de cercle, avec des centres et des rayons différents et se raccordant aux points de passage de l'un à l'autre.

**La portée :** elle désigne la distance subhorizontale maximale entre les parements latéraux d'une galerie. Elle peut être soutenue ou non par un soutènement.

**Amalgamation du minerai brut :** Processus consistant à séparer les métaux des autres minéraux dans le minerai brut en ajoutant du mercure (qui se lie facilement aux métaux) au minerai brut non concentré pendant le processus de broyage.

**Amalgamation du minerai concentré :** Processus consistant à séparer les métaux des autres minéraux dans un concentré gravimétrique de minerai en y ajoutant du mercure (qui se lie facilement aux métaux) après la concentration du minerai par gravimétrie.

**Amalgame :** Boule solide, contenant du mercure, de l'or et d'autres métaux, formée au cours du processus d'amalgamation. L'amalgame contient généralement environ 50% de mercure et 50% d'autres métaux, y compris l'or.

**EMAPE :** Extraction minière artisanale et à petite échelle d'or. Production par des individus, des groupes ou des communautés de ressources minérales aurifères en utilisant des techniques principalement manuelles et semi-mécanisées.

**Broyage :** Procédé de réduction du minerai concassé à une taille encore plus petite et plus uniforme en utilisant un appareil de broyage (par ex. broyeur à boulets).

**Concassage :** Processus de réduction de gros blocs de minerai en gravier non uniforme. Opération réalisée manuellement avec un marteau ou mécaniquement avec un concasseur (par ex. concasseur à mâchoires ou à marteaux).

**Le sluice :** est un appareil statique qui doit permettre l'écoulement idéal d'un fluide composé d'eau, de sables et de graviers, en réalisant une séparation gravimétrique le meilleur possible au moyen de pièges disposés à des endroits déterminés.

**Contrôle de la taille des grains** : Processus de passage du minerai concassé ou broyé à travers un tamis d'une taille spécifique pour assurer une taille de grain uniforme. La récupération de l'or est améliorée si la taille du grain correspond à la taille des gisements d'or dans le minerai.

**Cyanuration** : Processus d'ajout de cyanure pour extraire l'or du minerai brut ou pour récupérer de l'or (supplémentaire) dans les résidus déjà traités.

**Dépôt alluvial** : Dépôt meuble de sédiments provenant de l'érosion mécanique de roches dures et déplacés par le vent et l'eau pour produire des sédiments alluviaux, tels que les lits de gravier et de sable dans les rivières et les plaines alluvionnaires.

**Flottation** : Processus de séparation de petites particules de divers matériaux par traitement dans l'eau avec des produits chimiques pour faire adhérer certaines particules à des bulles d'air et les faire remonter à la surface, tandis que les autres restent dans l'eau.

**Roche dure** : Gisement de roche massive qui n'a pas été abattue ou transportée. Des exemples de roche dure sont le granit ou une veine de quartz aurifère. La roche dure constitue également un important gisement de minerai brut.

**Unité d'extraction** : Lieu d'où on extrait le minerai, soit l'unité de base de l'activité minière sur un site EMA. Les données de terrain sur l'extraction du minerai (par exemple, le taux d'extraction) sont mesurées par unité d'extraction et permettent ensuite une estimation à l'échelle du site ou de la région si le nombre total d'unités par site ou région est connu.

**Exemples d'unités d'extraction** : nombre de mineurs dans une mine à ciel ouvert, un puits ou une galerie ; groupe de mineurs de surface ou autre groupe de mineurs.

**Les riffles** : Ce sont des éléments tels que des barres, des lames ou des matériaux qui sont positionnés de manière à induire une turbulence et une variation de l'écoulement de l'eau à l'intérieur du sluice.

**Unité de traitement** : Unité de base de transformation du minerai sur un site de traitement. Les données de terrain sur la production de minerai (débit, production aurifère, utilisation du mercure) sont mesurées par unité de traitement et permettent ensuite une estimation à l'échelle du site ou de la région si le nombre total d'unités par site ou région est connu.

**Exemple d'unité de traitement** : système comprenant un concasseur, un broyeur à boulets et une rampe de lavage (sluice).

## ANNEXE 4 :

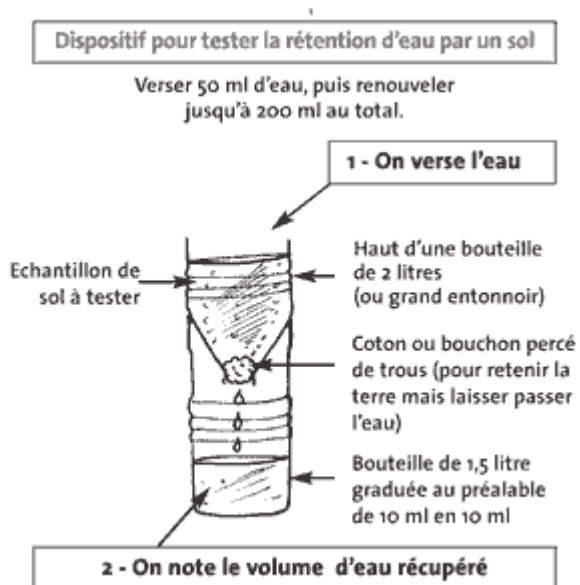


Figure 46: Dispositif de rétention d'eau par le sol