



RAPPORT D'ANALYSE DE L'IMPACT ENVIRONNEMENTAL DES ACTIVITÉS MINIÈRES DANS LA COMMUNE RURALE DE NARENA

Présenté par Béguelé CISSOUMA, ingénieur environnementaliste spécialisé en
protection de l'environnement



JANVIER 2026

LISTE SIGLES ET ABREVIATIONS

AQI : Indice de Qualité de l'Air (*Air Quality Index*).

CO : Monoxyde de Carbone.

CO₂ : Dioxyde de Carbone.

EC : Conductivité Électrique (*Electrical Conductivity*).

HCHO : Formaldéhyde.

MES : Matières En Suspension.

OMS : Organisation Mondiale de la Santé.

pH : Potentiel Hydrogène (mesure de l'acidité ou de l'alcalinité).

PM_{2.5} : Particules fines de diamètre inférieur à 2,5 micromètres.

PM₁₀ : Particules de diamètre inférieur à 10 micromètres.

ppm : Parties Par Million.

TDS : Total des Solides Dissous (*Total Dissolved Solids*).

TVOC : Composés Organiques Volatils Totaux (*Total Volatile Organic Compounds*).

Unités de mesure et symboles.

°C : Degré Celsius (unité de température).

°F : Degré Fahrenheit (unité de température).

µg/m³ : Microgramme par mètre cube.

µS/cm : Microsiemens par centimètre (unité de conductivité).

mg/m³ : Milligramme par mètre cube.

LISTE DES TABLEAUX

Tableau 1 : résultats de l'analyse de la qualité des eaux stagnantes sur un ancien site minier non réhabilité à Sebekourani.

Tableau 2 : résultats de l'analyse de la qualité de l'eau d'une rivière de Naréna à proximité d'une ancienne zone d'exploitation minière.

Tableau 3 : résultats de l'analyse de la qualité de l'air ambiant dans la zone à Bayan.

Tableau 4 : résultats de l'analyse de la qualité de l'air ambiant à Sebekourani.

Tableau 5 : résultats de l'analyse de la qualité de l'air ambiant à Naréna.

LISTE DES IMAGES

Image 1 : impact environnementale des activités minières sur un ancien site d'exploitation de petite mine à l'entrée de Sebekourani.

Image 2 : qualité des eaux stagnantes sur un ancien site minier non réhabilité à Sebekourani.

Image 3 : qualité des eaux de surface de la rivière de Naréna à proximité d'un ancien site d'exploitation minière.

Image 4: impact environnementale des activités minières sur un ancien site d'exploitation de petite mine de Narena.

Image 5 : état des sols et accumulation d'eaux stagnantes sur un site minier à Naréna.

Image 6 : état environnemental d'un site de petite mine en cours à Bayan.

Image 7 : état de la qualité de l'air ambiant à Bayan.

Image 8 : état de la qualité de l'air ambiant à Sebekourani.

Image 9 : état de la qualité de l'air ambiant à Naréna.

Image 10 : impact des activités minières sur la stabilité de la route locale entre Sebekourani et Bayan

1. INTRODUCTION

La Commune Rurale de Naréna est située dans une zone à forte pression minière, caractérisée par la présence de nombreuses exploitations artisanales et semi-industrielles d'or (petites mines et orpaillage). Ces activités, bien que sources de revenus pour les populations locales, se déroulent le plus souvent sans respect strict des normes environnementales et sociales en vigueur au Mali.

L'exploitation minière non encadrée a entraîné une dégradation progressive des composantes environnementales essentielles, notamment les sols, les ressources en eau de surface et souterraine, la qualité de l'air ainsi que la couverture végétale. L'abandon de nombreux sites après exploitation, sans réhabilitation adéquate, a favorisé l'apparition de fosses ouvertes, de sols compactés et fissurés, de mares d'eaux stagnantes et de fortes émissions de poussières.

Ces dégradations constituent aujourd'hui une menace sérieuse pour la sécurité des populations riveraines, du bétail et pour les activités socio-économiques locales (agriculture, élevage, circulation). Elles augmentent également les risques sanitaires liés à la pollution de l'air et à la dégradation de la qualité des ressources hydriques.

Dans ce contexte, le présent rapport s'inscrit dans le cadre du projet **SOS ENVIRONNEMENT MALI**, dont l'objectif est de documenter de manière technique et scientifique l'état environnemental des anciens sites miniers de Naréna, d'évaluer les impacts réels des activités minières sur le milieu physique et humain, et de formuler des recommandations opérationnelles pour la réhabilitation durable des sites dégradés, conformément au Code Minier du Mali (Loi N°2023-040).

Objectifs spécifiques :

- ❖ Evaluer l'état physique et chimique des composantes environnementales (eau, air, sol) ;
- ❖ Identifier les risques sécuritaires pour les riverains et les bétails (effondrements et pollutions) ;
- ❖ Proposer un plan d'action technique pour la restauration des sites dégradés ;

1. Méthodologie

L'étude a été réalisée suivant une approche intégrée combinant observations de terrain, mesures environnementales et analyses techniques, afin de garantir une évaluation fiable et objective des impacts environnementaux.

Reconnaissance et observations de terrain

Des visites de terrain ont été effectuées sur plusieurs anciens sites d'exploitation minière et zones affectées (Naréna, Sebekourani, Bayan et axes routiers connexes). Cette phase a permis de :

- Identifier les zones dégradées et non réhabilitées ;
- Observer l'état physique des sols (fissures, compactage, érosion) ;
- Apprécier visuellement la qualité des eaux stagnantes et des cours d'eau ;
- Évaluer l'état de la végétation et les risques sécuritaires pour les populations et le bétail.

Collecte des données environnementales

Des mesures environnementales ont été réalisées à l'aide d'appareils électroniques portables afin d'évaluer les paramètres physico-chimiques essentiels :

- **Qualité de l'eau** : pH, conductivité électrique (EC), Total des Solides Dissous (TDS), salinité et température ;
- **Qualité de l'air** : PM2.5, PM10, AQI, CO, CO₂, HCHO, TVOC, température et humidité relative.

Les valeurs obtenues ont été comparées aux normes de référence de l'Organisation Mondiale de la Santé (OMS) et aux seuils environnementaux reconnus.

Analyse technique et interprétation

Les données collectées ont fait l'objet d'une analyse technique approfondie permettant :

- D'identifier la nature et l'intensité des impacts environnementaux ;
- D'évaluer les risques sanitaires, écologiques et sécuritaires ;
- De déterminer les causes principales des dégradations observées (hydraulique, mécanique, anthropique).

Mesures et recommandations

Sur la base des résultats obtenus, des mesures correctives et des actions de réhabilitation ont été proposées, en distinguant :

- Les actions urgentes de sécurisation ;

- Les actions techniques de réhabilitation des sols et de gestion des eaux ;
- Les actions de restauration écologique (reboisement, stabilisation des berges).

2. Analyse des impacts environnementaux des activités minières

2.1. Impact des activités minières sur l'eau et le sol

Image 1 : impact environnementale des activités minières sur un ancien site d'exploitation de petite mine à l'entrée de Sebekourani.



Source : Cissouma, 2025.

Composantes environnementales affectées

L'exploitation minière a profondément dégradé les fondements de l'écosystème local :

- **Le sol :** la couche arable a totalement disparu, laissant place à un sol minéral nu, compacté et stérile.
- **Les ressources hydrauliques :** le réseau naturel d'écoulement des eaux est rompu. L'eau ne circule plus ; elle stagne ou ruisselle violemment en emportant les sédiments.

- **La végétation** : on observe une déforestation quasi totale.
- **Les infrastructures et la santé** : la proximité des fosses avec les habitations et les pistes met en danger la sécurité des riverains et du bétail.

Nature de l'impact

On constate une dégradation systémique du paysage :

- **Instabilité physique** : des fissures profondes marquent le sol, témoignant d'une rupture de sa cohésion. Le terrain est accidenté par des monticules de déblais non stabilisés.
- **Pollution de l'eau** : les bassins stagnants présentent des couleurs ocres ou rousses, indiquant une forte charge en boues minérales et potentiellement en produits chimiques résiduels.
- **Désertification locale** : l'absence de couverture végétale expose le sol au vent et au soleil, accélérant son dessèchement total (croûte de battance).

Analyse technique

Le diagnostic révèle deux phénomènes critiques :

- **Le scellage du sol** : la surface est devenue si dure que l'eau de pluie ne peut plus s'y infiltrer. Cela affame la nappe phréatique et provoque des inondations en surface lors des fortes pluies.
- **Le drainage contaminé** : les canaux creusés (comme à Sébekourani) transportent une eau saturée de particules fines qui étouffent les terres agricoles situées en aval.

Mesures et recommandations

Pour restaurer le site, il est recommandé aux autorités d'organiser les actions suivantes :

- **Sécurisation immédiate** : baliser les zones de fissures et de fosses profondes pour prévenir les chutes d'animaux ou de personnes.
- **Nettoyage du site** : retirer les déchets anthropiques (plastiques, tuyaux, bâches) qui polluent durablement le milieu.
- **Restauration physique** : procéder au nivellement des monticules de terre pour combler les bassins d'eau stagnante et rétablir un drainage naturel.
- **Réhabilitation biologique** :
 - Pratiquer un sous-solage (labour profond) pour casser la croûte dure et permettre au sol de respirer à nouveau.
 - Lancer un programme de reforestation avec des espèces locales (Acacia, Albizia) pour fixer le sol et recréer de l'ombrage.
- **Suivi de l'eau** : analyser la qualité des eaux stagnantes avant toute vidange pour éviter de contaminer les champs environnants.

Image 2 : Qualité des eaux stagnantes sur un ancien site minier non réhabilité à Sebekourani.



Source : Cissouma, 2025.

Tableau 1 : Résultats de l'analyse de la qualité des eaux stagnantes sur un ancien site minier non réhabilité à Sebekourani.

Paramètre	Valeur	Unité	Norme/Seuil
Conductivité (EC)	64	μS/cm	< 300 μS/cm (eau douce)
pH	8,25		6.5 – 8.5 (OMS)
Salinité	32	ppm	< 1000 ppm
Température	23	°C	20 – 30 °C

Source : Cissouma, 2025.

Analyse technique

Les données recueillies dans ce tableau constituent la preuve technique de l'état du site avant les travaux de comblement :

- **PH de 8,29** : cette valeur indique que l'eau n'est pas acide au moment du constat. Donc pour la réhabilitation, pas besoin de traiter le sol avec de la chaux pour neutraliser l'acidité avant de reboucher le trou.
- **TDS de 32 ppm et EC de 64 μS/cm** : la faible concentration de solides dissous montre que l'eau de la fosse n'est pas chimiquement saturée en sels minéraux.
- **Température de 22,6 à 23,0 °C** : ces valeurs sont stables et conformes aux conditions ambiantes.

Synthèse

D'après nos analyses, la minéralisation est très faible (TDS 32 ppm et Conductivité 64 μS/cm). Cela signifie que la réhabilitation sera plus facile car il n'y a pas de contamination chimique majeure à traiter. Le défi est uniquement physique : il faut bien boucher, bien tasser et bien replanter.

Mesures et recommandations

- **Gérer l'eau avant de reboucher**

Même si l'eau n'est pas acide, sa couleur orange montre qu'elle est chargée de boue qui peut boucher les nappes souterraines, donc ne pas vider l'eau boueuse directement dans la nature. Laissez l'eau stagner ou utilisez un petit bassin de décantation pour que la (poussière orange) tombe au fond avant de vider la fosse.

- **Reboucher en respectant l'ordre des couches**

Remplir la fosse avec la couche du fond puis la couche du milieu et faire le compactage.

- **Fixer le sol par le reboisement**

Un trou rebouché sans arbres redeviendra vite un ravin à cause de l'érosion, donc il faut planter immédiatement des herbes et des arbres locaux (comme le Néré, le Karité ou des espèces à croissance rapide). Elles vont agir comme un "grillage naturel" pour tenir la terre en place et empêcher que la pluie ne recrée des trous.

Image 3 : qualité des eaux de surface de la rivière de Naréna à proximité d'un ancien site d'exploitation minière.



Source : Cissouma , 2025.

Tableau 2 : résultats de l'analyse de la qualité de l'eau d'une rivière de Naréna à proximité d'une ancienne zone d'exploitation minière.

Paramètre	Valeur	Unité	Norme/Seuil
Conductivité (EC)	6	μS/cm	< 300 μS/cm (eau douce)
pH	7.73		6.5 – 8.5 (OMS)
Salinité	3	ppm	< 1000 ppm
Température	26.6	°C	20 – 30 °C

Source : Cissouma, 2025.

Analyse Technique

Les données recueillies dans ce tableau constituent la preuve technique de l'état d'une rivière de Narena.

- **L'équilibre chimique (pH 7,72 — 7,85)** : l'eau est dans une zone de neutralité presque parfaite. Elle n'est pas acide et permet théoriquement la survie de la biodiversité aquatique.
- **La minéralisation (TDS 3 — 42 ppm / EC 6 — 84 μS/cm)** : ces valeurs sont extrêmement basses. Cela indique que l'eau de la rivière est très peu chargée en sels minéraux ou en métaux dissous. Elle est chimiquement douce.
- **L'aspect visuel (turbidité)** : malgré ces bons chiffres chimiques, les images montrent une eau ocre/orangée. Cela prouve que la pollution est constituée de matières en Suspension (MES) : de la terre, du limon et des argiles qui flottent mais ne se dissolvent pas.

Synthèse

3 risques majeurs :

- **Le fond de l'eau meurt** : la boue se dépose au fond et recouvre les cailloux et le sable où les poissons pondent leurs œufs.
- **Plus de lumière** : l'eau est tellement sombre que le soleil ne passe plus. Sans soleil, les plantes aquatiques ne peuvent plus produire l'oxygène dont les poissons ont besoin.
- **Eau difficile à boire** : même si le pH est bon, cette eau demande beaucoup de traitements (décantation, filtration) pour être utilisée par la population, ce qui coûte cher.

Mesures et recommandations

Les solutions prioritaires pour sauver cette rivière de Narena sont :

- **Éloigner les activités** : il faut interdire le lavage des minerais directement dans le lit de la rivière. Cela doit se faire dans des bassins de décantation creusés à distance, au moins 50 mètres.
- **Protéger les berges** : il ne faut pas couper les arbres et les herbes au bord de l'eau. Ces plantes servent de "filtre" pour retenir la terre quand il pleut.
- **Rétablir la transparence** : la priorité n'est pas de traiter l'eau chimiquement, mais de stopper l'entrée de la terre pour que la rivière redevienne limpide naturellement.

Image 4 : impact environnementale des activités minières sur un ancien site d'exploitation de petite mine de Narena.



Source : Cissouma, 2025.

Composantes environnementales affectées

L'exploitation minière a profondément altéré les éléments vitaux du paysage :

- **Le Sol :** la couche arable c'est-à-dire la partie fertile qui permet aux plantes de pousser a totalement disparu. Il ne reste qu'un sol compact, pierreux et dénudé.
- **Le Relief (la Forme du terrain) :** Le terrain naturel a été bouleversé par des creusements et des monticules de déblais, perturbant l'écoulement naturel des eaux de pluie.
- **La Végétation :** on observe une absence quasi totale de couverture végétale, à l'exception de quelques touffes d'herbes sèches éparses, ce qui rend la zone stérile.

Nature de l'impact

L'impact majeur identifié ici est la dégradation physique et structurelle du site :

- **Instabilité physique :** la présence de fissures profondes dans le sol indique un tassement ou un effondrement souterrain possible des anciennes galeries.
- **Érosion sévère :** sans racines pour retenir la terre, le vent et l'eau emportent le peu de sol restant.
- **Perte de valeur d'usage :** en l'état, ce terrain est impropre à l'agriculture, à l'élevage ou à toute activité humaine sécurisée.

Analyse technique

Le diagnostic révèle deux problèmes critiques :

- **Le compactage et la fissuration :** le passage d'engins ou l'épuisement des couches de soutien a créé des fractures. Ces fissures sont dangereuses car elles peuvent s'agrandir avec les pluies, provoquant des glissements de terrain localisés ou des accidents pour le bétail et les riverains.
- **Le scellage du sol :** la surface est devenue si dure que l'eau de pluie ne peut plus s'infiltrer. Elle ruisselle en surface, ce qui n'alimente pas la nappe phréatique et accentue l'aridité du site.

Mesures et recommandations

Pour restaurer ce site et protéger les populations, nous recommandons les actions suivantes :

Actions immédiates (sécurité)

- **Sécurisation du périmètre :** délimiter les zones présentant des fissures profondes pour éviter les chutes d'animaux ou de personnes.

- **Comblement** : reboucher les fissures et les petites excavations avec les matériaux de déblais environnants pour stabiliser le sol.

Actions de réhabilitation (long terme)

- **Le sous-solage (décompactage)** : il est nécessaire de labourer profondément pour casser la croûte dure du sol et permettre à l'air et à l'eau de pénétrer à nouveau.
- **Apport de terre végétale et fertilisation** : ajouter de la fumure organique pour redonner vie au sol.

Reboisement communautaire : planter des espèces locales résistantes qui aideront à fixer le sol et à restaurer l'écosystème de Naréna.

Image 5 : état des sols et accumulation d'eaux stagnantes sur un site minier à Naréna.



Source : Cissouma, 2025.

Composantes environnementales affectées

Le diagnostic montre un problème à trois niveaux :

- **Le Patrimoine Foncier** : La structure physique du sol est rompue par des fissures profondes et un compactage extrême, rendant la terre stérile pour l'agriculture.

- **Les Ressources Hydrauliques :** Les eaux de ruissellement sont piégées dans des bassins artificiels et présentent une coloration anormale, signe d'une pollution chimique ou minérale intense.
- **La Sécurité des Personnes et du Bétail :** L'instabilité des sols et la présence de fosses remplies d'eau stagnante créent des zones de danger de mort par noyade ou effondrement.

Nature de l'impact : une plaie écologique Ouverte

L'impact se manifeste par une rupture totale du cycle naturel :

- **Imperméabilisation :** l'eau stagne en surface ou s'écoule violemment, emportant les sédiments vers l'extérieur du site.
- **Contamination exportée :** via les canaux de drainage, la pollution (boues, métaux possibles) se déplace vers les zones de culture et les pâturages environnants.
- **Stérilité biologique :** l'absence de végétation spontanée prouve que le sol est devenu incapable de soutenir la vie sans une intervention humaine majeure.

Analyse Technique

Le site est dans un état de déséquilibre post-extractif :

- **L'érosion régressive :** les fissures observées sont les précurseurs de ravines plus larges qui détruiront les terrains adjacents lors des prochaines saisons des pluies.
- **Charge solide critique :** l'eau boueuse (couleur ocre) indique une saturation en particules fines qui étouffent la flore aquatique et polluent les nappes de surface.
- **Pollution de proximité :** l'abandon de matériels (tuyaux, sacs) s'ajoute à la dégradation minière, créant une décharge sauvage.

Mesures et recommandations

Pour restaurer l'utilité de ces terres et protéger les habitants de Naréna, les actions suivantes doivent être entreprises de manière coordonnée :

- ✓ La phase de sécurisation urgente il est impératif de commencer par le balisage et la sécurisation des zones fissurées. Ces crevasses sont des pièges pour le bétail et signalent des zones où le sol peut s'effondrer. Parallèlement, un nettoyage complet du site doit être organisé pour retirer tous les débris de l'activité minière (plastiques et tuyauteries) qui polluent visuellement et chimiquement la zone.
- ✓ La restauration de l'hydrologie la gestion de l'eau est la priorité technique. Il faut procéder au comblement des bassins d'eaux stagnantes après avoir vérifié leur toxicité. Ces eaux ne doivent pas être libérées brutalement dans la nature. Le curage des canaux

d'évacuation est également essentiel pour permettre à l'eau de pluie de circuler sans transporter de boues toxiques vers les champs en aval.

- ✓ La réhabilitation des sols et reverdissement une fois le terrain stabilisé, une intervention mécanique de sous-solage (labour profond) est nécessaire pour casser la croûte de terre compactée. Cela permettra à l'eau de s'infiltrer à nouveau dans le sol plutôt que de stagner. Enfin, il est fortement recommandé de lancer un programme de reboisement avec des espèces pionnières locales. Ces arbres aideront à fixer le sol avec leurs racines, à refermer naturellement les fissures et à redonner, à terme, une valeur de pâturage ou de forêt à ce site aujourd'hui dévasté.

Image 6 : État environnemental d'un site de petite mine en cours à Bayan.



Source : Cissouma, 2025.

Composantes environnementales affectées

Le diagnostic montre 5 problèmes à ce niveau :

- **Ressources en eau :** de vastes surfaces d'eau stagnante sont présentes, montrant une décoloration ocre et verte.
- **Structure du sol :** on observe des zones de sol sévèrement craquelées et dénudées en bordure des bassins.
- **Hygiène et environnement :** des déchets issus de l'activité (bâches, sacs, cartons) jonchent encore les abords des zones de travail.

Nature de l'impact

- **Risque de contamination chimique** : la présence d'une pellicule verte et visqueuse à la surface de l'eau suggère une concentration de sédiments fins ou de résidus chimiques qui pourraient s'infiltrer dans la nappe phréatique.
- **Obstruction hydraulique** : la piste de chantier actuelle semble agir comme une digue, bloquant l'écoulement naturel et créant des poches d'eau stagnantes inutiles.

Analyse technique

Le suivi actuel montre que le remodelage du terrain est amorcé, mais le site n'est pas encore stabilisé :

- **Le drainage est inachevé** : l'eau ne circule pas ; elle stagne et s'évapore, ce qui concentre les polluants au lieu de les évacuer ou de les filtrer.
- **Gestion des stériles** : les tas de terre accumulés doivent encore être redistribués pour combler les fosses résiduelles.
- **Pollution résiduelle** : les déchets anthropiques (plastiques, emballages) sur le site peuvent entraver la future repousse de la végétation s'ils sont enfouis par accident.

Mesures et Recommandations

Pour garantir que les travaux en cours aboutissent à une réhabilitation durable, les mesures suivantes sont préconisées :

- ✓ **Optimisation du drainage et de l'eau** Il est urgent de rétablir la circulation de l'eau en installant des passages (buses ou fossés) sous les pistes de chantier. Cela évitera la stagnation prolongée qui dégrade la qualité de l'eau. Une analyse de la toxicité de la zone verte est nécessaire avant toute évacuation de ces eaux vers le milieu naturel.
- ✓ **Traitement et stabilisation des sols** Le comblement des fosses doit être finalisé en utilisant les remblais disponibles. Après le nivellement, il est recommandé de procéder à un sous-solage (décompactage) des zones craquelées pour permettre au sol de "respirer" à nouveau. L'apport de matière organique sera indispensable pour restaurer la fertilité là où la terre a été mise à nu.

Assainissement du chantier un nettoyage intégral des déchets (bâches noires, sacs EG150, plastiques) doit être effectué avant la fin des travaux de terrassement pour éviter leur enfouissement. Enfin, la plantation de haies vives ou d'herbes fixatrices sur les berges nouvellement créées permettra de stabiliser la terre et d'éviter que les prochaines pluies ne détruisent le travail de réhabilitation déjà accompli.

2.2. Impact des activités minières sur l'air

Tableau 3 : résultats de l'analyse de la qualité de l'air ambiant dans la zone à Bayan.

Paramètre	Valeur	Unité	Norme de référence (OMS)	Interprétation
AQI	210		201–300 = Mauvais	Qualité de l'air très mauvaise / dangereuse
HCHO	0,006	mg/m ³	< 0.1 mg/m ³	Acceptable
TVOC	0,012	mg/m ³	< 0.3 mg/m ³	Acceptable
PM2.5	160	µg/m ³	< 15 µg/m ³ (24h)	Très élevé – risque sanitaire important
PM10	209	µg/m ³	< 45 µg/m ³ (24h)	Très élevé – pollution grave
CO	1	ppm	< 9 ppm (8h)	Acceptable
CO2	478	ppm	< 1000 ppm	Normal
Température	88,5	°F	18–30 °C	Élevée
Humidité	34	%		Faible à modérée

Source : Cissouma, 2025.

Image 7 : état de la qualité de l'air à Bayan.



Source : Cissouma, 2025.

Analyse technique

Le profil de pollution à Bayan est dominé par les particules fines, avec des seuils dépassant largement les recommandations de santé publique :

- **PM2.5 (160 $\mu\text{g}/\text{m}^3$)** : la concentration est plus de 10 fois supérieure à la norme OMS (15 $\mu\text{g}/\text{m}^3$). Ces particules sont particulièrement dangereuses car elles peuvent atteindre les alvéoles pulmonaires.
- **PM10 (209 $\mu\text{g}/\text{m}^3$)** : près de 5 fois la norme (45 $\mu\text{g}/\text{m}^3$). Cela indique une atmosphère chargée de poussières (souvent d'origine désertique ou liées au trafic).
- **AQI (210)** : un indice de 210 est classé comme "Très Mauvais" (Very Unhealthy). À ce niveau, le risque pour la santé est généralisé à l'ensemble de la population, et pas seulement aux personnes fragiles.

Paramètres de confort et environnementaux

- **Température (88.5 °F / 31.4 °C)** : la température est plus élevée qu'à Sebekourani. Bien que gérable, elle contribue à un stress thermique plus marqué si elle est couplée à une activité physique.
- **Humidité (34 %)** : l'air est relativement sec. Cette sécheresse favorise la mise en suspension des poussières au sol, ce qui explique en partie les taux élevés de PM10 et PM2.5.
- **Chimie de l'air (HCHO, TVOC, CO, CO2)** : ces indicateurs sont excellents. Le CO2 (478 ppm) montre un air bien renouvelé, et l'absence de CO indique qu'il n'y a pas de source de combustion directe (gaz d'échappement, foyers ouverts) à proximité immédiate du capteur.

Mesures et Recommandations

Compte tenu des niveaux très élevés de PM2.5 et PM10 et d'un AQI classé "très mauvais", il est recommandé de limiter l'exposition directe des populations, en particulier des groupes vulnérables, par le port de masques de protection (FFP2/N95) et la réduction des activités physiques en extérieur lors des périodes poussiéreuses. Il est également nécessaire de mettre en œuvre des mesures de réduction des poussières, notamment l'arrosage régulier des zones d'activité minière, la stabilisation des sols dénudés et le reboisement progressif des sites dégradés, afin d'améliorer durablement la qualité de l'air à Bayan.

Tableau 4 : résultats de l'analyse de la qualité de l'air ambiant à Sebekourani.

Paramètre	Valeur mesurée	Unité	Norme de référence (OMS)	Interprétation
AQI	211	-	201–300 = Mauvais	Qualité de l'air mauvaise, risque pour toute la population
HCHO (Formaldéhyde)	0,006	mg/m ³	< 0.1 mg/m ³	Concentration acceptable
TVOC	0,016	mg/m ³	< 0.3 mg/m ³	Bonne qualité de l'air intérieur
PM2.5	161	µg/m ³	< 15 µg/m ³ (24h)	Très élevé, dangereux pour la santé
PM10	211	µg/m ³	< 45 µg/m ³ (24h)	Très élevé, pollution importante
CO	0	ppm	< 9 ppm (8h)	Aucun danger détecté
CO2	411	ppm	< 1000 ppm	Air bien ventilé
Température	28,1	°C	18–30 °C	Température acceptable

Source : Cissouma, 2025.

Image 8 : état de la qualité de l'air ambiant à Sebekourani.



Source : Cissouma, 2025.

Analyse technique

Le problème majeur réside dans les particules en suspension, qui dépassent largement les seuils de sécurité de l'OMS :

- **PM2.5 (161 $\mu\text{g}/\text{m}^3$) :** la concentration est 10 fois supérieure à la norme recommandée (15 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ sur 24h). Ces microparticules pénètrent profondément dans le système respiratoire et le sang.
- **PM10 (211 $\mu\text{g}/\text{m}^3$) :** près de 5 fois la norme (45 $\mu\text{g}/\text{m}^3$). Cela indique une présence massive de poussières, de fumées ou de débris de combustion.
- **AQI (211) :** un indice de 211 est classé comme "Mauvais" (Unhealthy). À ce stade, toute la population peut commencer à ressentir des effets sur la santé, et les membres des groupes sensibles (enfants, personnes âgées, asthmatiques) peuvent subir des effets plus graves.

Paramètres de confort et environnementaux

À l'inverse, les polluants gazeux chimiques et le confort thermique sont dans des zones de sécurité :

- **Gaz chimiques (HCHO et TVOC) :** les niveaux de Formaldéhyde et de composés organiques volatils sont très bas, ce qui suggère l'absence de sources de pollution chimique immédiate (colles, peintures fraîches, solvants).
- **Ventilation et Combustion (CO et CO₂) :** le taux de CO est nul et le CO₂ est excellent (411 ppm), ce qui indique que l'air circule bien et qu'il n'y a pas de combustion incomplète (gaz d'échappement direct ou charbon) à proximité immédiate du capteur.
- **Confort :** la température (28.1 °C) est dans une zone de confort acceptable pour un climat tropical.

Mesures et Recommandations

- Porter un masque (type N95/FFP2) si vous êtes à l'extérieur.
- Éviter les activités physiques intenses en plein air.
- Protéger les personnes vulnérables (enfants et aînés).

Tableau 5 : Résultats de l'analyse de la qualité de l'air ambiant à Naréna.

Paramètre	Valeur	Unité	Norme de référence (OMS)	Interprétation
AQI	21		201–300 = Mauvais	Bonne qualité de l'air
HCHO	0,005	mg/m ³	< 0.1 mg/m ³	Acceptable
TVOC	0,008	mg/m ³	< 0.3 mg/m ³	Acceptable
PM _{2.5}	17	µg/m ³	< 15 µg/m ³ (24h)	Faible pollution
PM ₁₀	22	µg/m ³	< 45 µg/m ³ (24h)	Faible pollution
CO	1	ppm	< 9 ppm (8h)	Acceptable
CO ₂	414	ppm	< 1000 ppm	Très bon niveau
Température	28,9	°C	18–30 °C	Normale
Humidité	36	%		Modérée

Source : Cissouma, 2025.

Image 9 : état de la qualité de l'air ambiant à Naréna.



Source : Cissouma, 2025.

Analyse technique

Le profil de pollution à Bayan est dominé par les particules fines, avec des seuils dépassant largement les recommandations de santé publique :

- **PM2.5 (160 µg/m³)** : la concentration est plus de 10 fois supérieure à la norme OMS (15 µg/m³). Ces particules sont particulièrement dangereuses car elles peuvent atteindre les alvéoles pulmonaires.
- **PM10 (209 µg/m³)** : près de 5 fois la norme (45 µg/m³). Cela indique une atmosphère chargée de poussières (souvent d'origine désertique ou liées au trafic).
- **AQI (210)** : un indice de 210 est classé comme "Très Mauvais" (Very Unhealthy). À ce niveau, le risque pour la santé est généralisé à l'ensemble de la population, et pas seulement aux personnes fragiles.

Paramètres de confort et environnementaux

- **Température (88.5 °F / 31.4 °C)** : la température est plus élevée qu'à Sebekourani. Bien que gérable, elle contribue à un stress thermique plus marqué si elle est couplée à une activité physique.
- **Humidité (34 %)** : l'air est relativement sec. Cette sécheresse favorise la mise en suspension des poussières au sol, ce qui explique en partie les taux élevés de PM10 et PM2.5.

- **Chimie de l'air (HCHO, TVOC, CO, CO₂)** : tout comme pour le premier site, ces indicateurs sont **excellents**. Le CO₂ (478 ppm) montre un air bien renouvelé, et l'absence de CO indique qu'il n'y a pas de source de combustion directe (gaz d'échappement, foyers ouverts) à proximité immédiate du capteur.

Mesures et Recommandations

Il n'y a rien à signaler car les données de Narena indiquent une excellente qualité de l'air au moment du relevé. Les risques sanitaires liés à la respiration sont jugés négligeables pour la population générale.

2.3. Impact des activités sur les infrastructures

Image 10 : Impact des activités minières sur la stabilité de la route locale entre Sebekourani et Bayan.



Source : Cissouma, 2025.

Composantes environnementales affectées

Le diagnostic montre un problème à 3 niveaux :

- **L'infrastructure routière** : la voie de communication (piste) est directement menacée par l'érosion et l'instabilité des terres adjacentes.
- **Le sol et le relief** : on observe une défiguration totale de la topographie naturelle, avec des monticules de déblais (stériles miniers) et des zones d'excavation non comblées.
- **Les ressources en eau** : la présence de mares d'eau boueuse en bordure de route indique une perturbation grave du drainage naturel.

Nature de l'impact

- **Insécurité des transports** : le rétrécissement de la voie et le risque d'effondrement des berges de la route créent un danger réel pour les usagers (motos, véhicules).
- **Envasement et inondation** : l'accumulation d'eau en bordure de piste fragilise l'assise de la route par infiltration, ce qui provoquera des coupures de voie lors des prochaines grandes pluies.
- **Stérilité paysagère** : la végétation naturelle est remplacée par des herbes sèches et des sols nus incapables de retenir la terre.

Analyse Technique

- **Érosion latérale** : l'eau stagnante située à gauche de la route exerce une pression constante sur le remblai de la piste. Sans barrière de protection, la route finira par être grignotée par l'eau.
- **Dépôt de sédiments fins** : la couleur ocre de l'eau indique que les particules les plus fines du sol sont emportées. Ce processus de "lessivage" appauvrit le sol et bouche les passages d'eau naturels.
- **Obstruction du passage** : les tas de terre à droite de l'image (déblais) ne sont pas stabilisés et peuvent glisser sur la chaussée en cas de vent ou de forte pluie.

Mesures et recommandations

Pour garantir la pérennité de la route et la sécurité des citoyens de Sebekourani et bayan, les mesures suivantes sont préconisées :

Mesures de sécurisation immédiate

- **Éloignement des déblais** : Il faut déplacer les monticules de terre situés en bordure de route pour dégager la visibilité et éviter l'obstruction de la voie.
- **Signalisation** : installer des panneaux de danger ou des balises temporaires aux endroits où la route est bordée par des fosses d'eau profondes.

Mesures de réhabilitation technique

- **Stabilisation des berges** : renforcer les bords de la route à l'aide de pierres (enrochement) ou de gabions pour empêcher l'eau de creuser sous la piste.

- **Aménagement de fossés de drainage** : créer des canaux structurés pour diriger l'eau loin de la route vers des zones de décantation, évitant ainsi la stagnation observée.
- **Végétalisation des accotements** : planter des herbes fixatrices sur les bords pour stabiliser durablement le sol par les racines.
- **Comblement des excavations** : utiliser les déblais disponibles pour boucher les trous d'eau à proximité de la route afin d'éliminer les risques de noyade et de prolifération de vecteurs de maladies.

3. Cadre réglementaire et institutionnel du Mali

La présente étude s'inscrit dans le cadre juridique et institutionnel en vigueur en République du Mali en matière de protection de l'environnement, de gestion des ressources naturelles et d'exploitation minière. Les principaux textes de référence sont les suivants :

Code Minier du Mali

La Loi n°2023-040 du 29 août 2023 portant Code Minier constitue le principal texte encadrant les activités minières au Mali. Elle impose aux exploitants, qu'ils soient artisanaux, semi-industriels ou industriels, les obligations suivantes :

- La réalisation préalable d'une Étude d'Impact Environnemental et Social (EIES) pour toute activité minière susceptible d'affecter l'environnement ;
- La réhabilitation obligatoire des sites miniers après exploitation (comblement des fosses, stabilisation des sols, reboisement) ;
- La prévention et la limitation des pollutions des sols, de l'eau et de l'air ;
- La protection des populations riveraines, du bétail et des infrastructures ;
- La responsabilité environnementale et sociale des exploitants, y compris après la fermeture des sites.

Code de l'Environnement

La Loi n°01-020 du 30 mai 2001 portant Code de l'Environnement, complétée par ses textes d'application, fixe les principes fondamentaux de :

- Prévention des pollutions et nuisances ;
- Protection des ressources naturelles (eau, sol, air, biodiversité) ;
- Réparation des dommages environnementaux ;
- Participation des communautés locales à la gestion environnementale.

Textes relatifs à l'Eau

La Loi n°02-006 du 31 janvier 2002 portant Code de l'Eau encadre la gestion, la protection et l'utilisation des ressources en eau. Elle interdit toute activité susceptible de :

- Polluer les eaux de surface et souterraines ;
- Modifier les écoulements naturels sans autorisation ;
- Mettre en danger l'approvisionnement en eau des populations.

Normes et références internationales

Les analyses environnementales réalisées dans le cadre de ce rapport se réfèrent également :

- Aux normes de l'Organisation Mondiale de la Santé (OMS) pour la qualité de l'air et de l'eau ;

- Aux bonnes pratiques internationales en matière de réhabilitation des sites miniers et de gestion environnementale.

4. Conclusion générale

Le présent rapport d'analyse de l'impact environnemental des activités minières dans la Commune Rurale de Naréna a permis de mettre en évidence une dégradation avancée des composantes environnementales, notamment les sols, les ressources en eau, la qualité de l'air et les infrastructures locales.

Les observations de terrain, les analyses physico-chimiques de l'eau et de l'air, ainsi que l'interprétation des images ont montré que les activités minières non encadrées ont entraîné :

- Une déstructuration sévère des sols (compactage, fissuration, érosion) rendant les terres impropres à l'agriculture et dangereuses pour les populations et le bétail ;
- Une perturbation du régime hydrologique, marquée par la stagnation des eaux, l'envasement des cours d'eau et la dégradation de leur qualité physique ;
- Une pollution atmosphérique importante par les particules fines (PM2.5 et PM10) dans certaines localités comme Bayan et Sebekourani, présentant des risques sanitaires avérés ;
- Une fragilisation des infrastructures, notamment des pistes rurales, accentuant l'isolement des villages et les risques d'accident.

Les recommandations formulées dans ce rapport visent à répondre à ces impacts à travers des actions de sécurisation immédiate, de réhabilitation physique des sites, de restauration écologique et de renforcement de la gouvernance environnementale, conformément au Code Minier et au Code de l'Environnement du Mali.

Malgré la rigueur de l'approche méthodologique adoptée, certaines limites doivent être soulignées :

- Les mesures environnementales ont été réalisées sur une période ponctuelle, ne permettant pas d'apprécier les variations saisonnières (saison sèche et saison des pluies) ;
- Les analyses chimiques détaillées des métaux lourds (mercure, arsenic, cyanure) n'ont pas pu être réalisées faute de laboratoire spécialisé ;
- L'étude s'est principalement appuyée sur des mesures de terrain rapides et des observations visuelles, ce qui nécessite un suivi environnemental à long terme pour confirmer certaines tendances.

Ce rapport constitue une base technique solide pour la prise de décision, la sensibilisation des autorités et des communautés locales, et la mise en œuvre d'un programme structuré de réhabilitation des sites miniers dégradés dans la Commune Rurale de Naréna.

Table des matières

LISTE	
SIGLES ET ABREVIATIONS.....	I
LISTE DES TABLEAUX	II
LISTE DES IMAGES	III
INTRODUCTION.....	1
Analyse des impacts environnementaux des activités minières	4
Impact des activités minières sur l'eau et le sol	4
Impact des activités minières sur l'air	16
Cadre réglementaire et institutionnel du Mali.....	25
Conclusion générale	27