29 MM
WIDE



Ce guide pratique est destiné aux acteurs de secteur minier artisanale de Afrique Centrale, du Nord et de l'Est francophones pour leur permettre d'acquérir une meilleure connaissance de ce secteur dans la sous-région, ainsi que des bonnes pratiques au niveau environnemental, sanitaire et social.

Ce guide couvre 15 pays d'Afrique Centrale, du Nord et de l'Est francophones (Algérie, Burundi, Cameroun, Comores, Congo, Djibouti, Cabon, Guinée Équatoriale, Madagascar, Maroc, Mauritanie, République Centrafricaine, République Démocratique du Congo, Tchad et Tunisie)

Réalisé par les acteurs du secteur de chacun de ces pays et d'experts du domaine, ce guide couvre les points suivants:

- ***Contexte géologique régional***
- ***Cadre législatif de la mine artisanale***
- ***Rôle d'un Service géologique national***
- ***Organiser et développer un site minier artisanal***
- ***Rôle des femmes dans la mine artisanale***
- ***Enjeux socio-économiques, environnementaux, sanitaires, et de sécurité***
- ***Secteur des gemmes et des pierres précieuses***
- ***États de fait et recommendations***

Cofinancé par l'Union européenne

ISBN 978-87-7871-578-4 (GEUS - Version imprimée)
ISBN 978-87-7871-579-1 (GEUS - Version électronique)
ISBN 978-2-7159-2801-5 (BRGM)

Pour plus d'informations et télécharger ce document : https://panafgeo.eurogeosurveys.org

La mine artisanale en Afrique Centrale, du Nord et de l'Est francophones



PanAfGeo

Appui panafricain aux géosciences du partenariat Afrique-UE

La mine artisanale en Afrique Centrale, du Nord et de l'Est francophones

Guide pratique

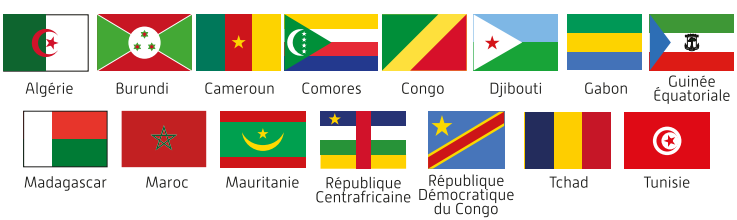
Algérie · Burundi · Cameroun · Comores · Congo · Djibouti · Gabon · Guinée Équatoriale
Madagascar · Maroc · Mauritanie · République Centrafricaine · République Démocratique du Congo · Tchad · Tunisie

PanAfGeo

Appui panafricain aux géosciences
du partenariat Afrique-UE

La mine artisanale en Afrique Centrale, du Nord et de l'Est francophones

Guide pratique



Central north east Africa.indb 1 08.05.2023 13.09

Depuis 2016, le support panafricain au partenariat EuroGeoSurveys-Organisation des Services géologiques d'Afrique, en abrégé PanAfGeo, est un projet visant à former les cadres géoscientifiques des Services géologiques d'Afrique à travers le développement d'un programme innovant. Ce programme spécifique de formation, conduit par des experts géoscientifiques venus d'Afrique et d'Europe, inclut l'acquisition de nouvelles connaissances afin d'améliorer le niveau technique du personnel formé.

Le projet PanAfGeo permet aux participants d'acquérir des connaissances ainsi que des méthodes de pointe et/ou de participer à des voyages d'études et ce dans huit domaines géoscientifiques.

Ce guide pratique sur « La mine artisanale en Afrique Centrale, du Nord et de l'Est francophones » est le fruit d'un séminaire qui a pris place à Douala, Cameroun du 13 au 16 mars 2023, dans le cadre du Module C - Mine artisanale de PanAfGeo.

Le Module C - Mine artisanale est cofinancé par l'Union Européenne via sa Direction-Générale des Partenariats Internationaux (DG-INTPA), le Service géologique du Danemark et du Groenland (GEUS), Responsable du Module C, le Service géologique de la France (BRGM), Coordinateur du projet PanAfGeo, et le Ministère des Mines, de l'Industrie et du Développement Technologique du Cameroun (MINMIDT).

Le GEUS et le BRGM, agissant comme co-éditeurs de ce présent ouvrage sont les seuls responsables des résultats et des conclusions présentés, et qui ne reflètent pas nécessairement la position de la DG-INTPA. Néanmoins, chacun des auteurs est responsable à titre individuel du contenu scientifique de son chapitre.

Cette publication peut être reproduite en partie ou dans son intégralité, à des fins éducatives et non-commerciales, sans permission spéciale de la part du propriétaire des droits, et si mention est faite du document. En bibliographie, cet ouvrage sera cité de la façon suivante :

Charles N., Tychsen J. (Eds.), 2023. La mine artisanale en Afrique Centrale, du Nord et de l'Est francophones. Service géologique du Danemark et du Groenland (GEUS) et Service géologique de la France (BRGM), 488 p. ISBN 978-87-7871-578-4 (GEUS-Version imprimée) / ISBN 978-87-7871-579-1 (GEUS-Version électronique), ISBN 978-2-7159-2705-6 (BRGM).

Le GEUS et le BRGM souhaiteraient pouvoir recevoir une copie de toute publication utilisant le présent ouvrage comme source. L'utilisation de cette publication à des fins de revente ou d'autres actions commerciales est prohibée sans l'accord écrit préalable du GEUS et du BRGM.

Le projet PanAfGeo est cofinancé par l'Union Européenne (UE) à travers le Contrat de subvention n° DCI-PANAF/2021/423-739.

Tous les participants à la session de formation ont signé une cession du « droit à l'image » permettant à PanAfGeo d'utiliser les photographies et les vidéos enregistrées pendant le stage pour ce guide et sur le site internet PanAfGeo. Toutes les photographies et autres figures ont été fournies par les différents contributeurs.

Avertissement : le contenu de cette publication est sous la seule responsabilité du GEUS et du BRGM et ne peut en aucun cas être considéré comme le reflet des positions de l'UE.

Éditeurs : Dr. Nicolas CHARLES (BRGM) et Dr. John TYCHSEN (ASSM Consult/GEUS).
Éditeur du texte : Dr. Nicolas CHARLES (BRGM).
Photographies inter-chapitres : Dr. John TYCHSEN (ASSM Consult/GEUS).
Maquette : Graphic Studio, GEUS
Impression : SIEL, Yaoundé, Cameroun.

ISBN 978-87-7871-578-4 (GEUS-Version imprimée)
ISBN 978-87-7871-579-1 (GEUS-Version électronique)
ISBN 978-2-7159-2705-6 (BRGM)

© Service géologique du Danemark et du Groenland (GEUS), 2023.
Ministère danois du Climat, de l'Énergie et de l'Approvisionnement
10 Oester Voldgade
DK-1350 Copenhague - Danemark

© Service géologique de la France (BRGM), 2023.
Bureau de Recherches Géologiques et Minières - Service Géologique National
3 avenue Claude-Guillemin
BP 36009
45060 Orléans Cedex 2 - France

• En bibliographie, ce document sera cité de la façon suivante :

Charles N., Tychsen J. (Eds.), 2023. La mine artisanale en Afrique Centrale, du Nord et de l'Est francophones. Service géologique du Danemark et du Groenland (GEUS) et Service géologique de la France (BRGM), 488 p. ISBN 978-87-7871-578-4 (GEUS-Version imprimée) / ISBN 978-87-7871-579-1 (GEUS-Version électronique), ISBN 978-2-7159-2705-6 (BRGM).

• En bibliographie, chaque chapitre devra être cité de la façon suivante :
Kemeng P. Comment organiser et développer un site minier artisanal en Afrique Centrale, du Nord et de l'Est francophones ? In Charles N., Tychsen J. (Eds.), 2023. La mine artisanale en Afrique Centrale, du Nord et de l'Est francophones, pp. 33-55.

Makani Omgba B.P. Extraction minière artisanale en Afrique Centrale et du Nord francophones : impacts sociaux, enjeux sanitaires et sécuritaires. In Charles N., Tychsen J. (Eds.), 2023. La mine artisanale en Afrique Centrale, du Nord et de l'Est francophones, pp. 57-87.

Makani Omgba B.P. Les femmes dans l'extraction minière artisanale en Afrique Centrale, du Nord et de l'Est francophones. Comment assurer une participation saine et responsable ? In Charles N., Tychsen J. (Eds.), 2023. La mine artisanale en Afrique Centrale, du Nord et de l'Est francophones, pp. 89-114.

Harimalala Tsiverisoa H. Développement durable à partir de pierres précieuses : défis et opportunités pour les mineurs artisans d'Afrique. Partie 1 - Étude de cas : essai sur la mise en place d'un projet de bijouterie fine, expérience avec un groupement d'artisans-mineurs. In Charles N., Tychsen J. (Eds.), 2023. La mine artisanale en Afrique Centrale, du Nord et de l'Est francophones, pp. 117-132.

Harimalala Tsiverisoa H. Développement durable à partir de pierres précieuses : défis et opportunités pour les mineurs artisans d'Afrique. Partie 2 - La traçabilité des pierres : pourquoi est-ce important ? Comment les services géologiques peuvent soutenir cette initiative ? In Charles N., Tychsen J. (Eds.), 2023. La mine artisanale en Afrique Centrale, du Nord et de l'Est francophones, pp. 135-160.

Hoex L., Matthysen K. Les efforts de formalisation du secteur minier artisanal en République Démocratique du Congo. In Charles N., Tychsen J. (Eds.), 2023. La mine artisanale en Afrique Centrale, du Nord et de l'Est francophones, pp. 163-175.

Hoex L., Matthysen K. De la malédiction des ressources aux minerais de conflit : les enseignements de la République Démocratique du Congo. In Charles N., Tychsen J. (Eds.), 2023. La mine artisanale en Afrique Centrale, du Nord et de l'Est francophones, pp. 177-185.

Kemeng P. Enjeux environnementaux liés à la mine artisanale en Afrique Centrale, du Nord et de l'Est francophones. In Charles N., Tychsen J. (Eds.), 2023. La mine artisanale en Afrique Centrale, du Nord et de l'Est francophones, pp. 187-205.

Sebagenzi Mwene Ntabwoba S. La géophysique appliquée à l'exploration des corps précieux et métaux valorisables par l'exploitation artisanale. Cas de la République Démocratique du Congo. In Charles N., Tychsen J. (Eds.), 2023. La mine artisanale en Afrique Centrale, du Nord et de l'Est francophones, pp. 207-225.

Moukoury Moume G.E. Exploitation artisanale et à petite échelle du sable de verrerie et du quartzite de Pouma, région du Littoral (Cameroun). In Charles N., Tychsen J. (Eds.), 2023. La mine artisanale en Afrique Centrale, du Nord et de l'Est francophones, pp. 227-245.

Mouchene H., Adjou S. Enjeux du secteur minier artisanal en Algérie et rôle de l'Agence du Service Géologique de l'Algérie. In Charles N., Tychsen J. (Eds.), 2023. La mine artisanale en Afrique Centrale, du Nord et de l'Est francophones, pp. 247-259.

Niyongabo R., Ndihokubwayo M. Enjeux du secteur minier artisanal au Burundi et rôle de l'Office Burundais des Mines et Carrières. In Charles N., Tychsen J. (Eds.), 2023. La mine artisanale en Afrique Centrale, du Nord et de l'Est francophones, pp. 261-277.

Meyena Ekongolo M.B. Enjeux du secteur minier artisanal au Cameroun et rôle du Ministère des Mines, de l'Industrie et du Développement Technologique. In Charles N., Tychsen J. (Eds.), 2023. La mine artisanale en Afrique Centrale, du Nord et de l'Est francophones, pp. 279-294.

Moussa A.K., Abdallah A.H. Enjeux du secteur minier artisanal aux Comores et rôle du Bureau Géologique des Comores. In Charles N., Tychsen J. (Eds.), 2023. La mine artisanale en Afrique Centrale, du Nord et de l'Est francophones, pp. 297-307.

Kounkou G., Gomardeaux M.L.D. Enjeux du secteur minier artisanal en République du Congo et rôle de la Direction Générale des Mines. In Charles N., Tychsen J. (Eds.), 2023. La mine artisanale en Afrique Centrale, du Nord et de l'Est francophones, pp. 309-321.

Hassan Wais H., Robleh Idleh M. Enjeux du secteur minier artisanal à Djibouti et rôle de la Direction Générale des Ressources Naturelles. In Charles N., Tychsen J. (Eds.), 2023. La mine artisanale en Afrique Centrale, du Nord et de l'Est francophones, pp. 323-337.

Nang Bibang P., Bakadi Mikolo O. Enjeux du secteur minier artisanal au Gabon et rôle de la Direction Générale des Mines et de la Géologie. In Charles N., Tychsen J. (Eds.), 2023. La mine artisanale en Afrique Centrale, du Nord et de l'Est francophones, pp. 339-349.

Ndong Nzang P.E., Gopegui Mangue R.O. Enjeux du secteur minier artisanal en Guinée Équatoriale et rôle du Département des Mines et Carrières. In Charles N., Tychsen J. (Eds.), 2023. La mine artisanale en Afrique Centrale, du Nord et de l'Est francophones, pp. 351-360.

Rovalalaina Nasandratra R., Vanombelo J.-L. Enjeux du secteur minier artisanal à Madagascar et rôle de la Direction des Études et de la Promotion Géologiques et Minières (DEPGM). In Charles N., Tychsen J. (Eds.), 2023. La mine artisanale en Afrique Centrale, du Nord et de l'Est francophones, pp. 363-378.

Sbai F., El Abidi El Alaoui M., Et-Talydy L. Enjeux du secteur minier artisanal au Maroc et rôle de la Direction de la Géologie du Ministère de la Transition Énergétique et du Développement Durable. In Charles N., Tychsen J. (Eds.), 2023. La mine artisanale en Afrique Centrale, du Nord et de l'Est francophones, pp. 381-398.

Traoré C., Sadegh W. Enjeux du secteur minier artisanal en Mauritanie et rôle de l'Agence Nationale de Recherches Géologiques et du Patrimoine Minier. In Charles N., Tychsen J. (Eds.), 2023. La mine artisanale en Afrique Centrale, du Nord et de l'Est francophones, pp. 401-410.

Samba Vomi F.M., Singa Ndourou F.P. Enjeux du secteur minier artisanal en République Centrafricaine et rôle de la Direction Générale des Mines et de la Géologie. In Charles N., Tychsen J. (Eds.), 2023. La mine artisanale en Afrique Centrale, du Nord et de l'Est francophones, pp. 413-424.

Mantuila Tadila E., Mbuya Kalenga B. Enjeux du secteur minier artisanal en République Démocratique du Congo et rôle du Service géologique national. In Charles N., Tychsen J. (Eds.), 2023. La mine artisanale en Afrique Centrale, du Nord et de l'Est francophones, pp. 427-441.

Djimadji N., Deudjimbaye M. Enjeux du secteur minier artisanal au Tchad et rôle de la Direction Générale des Mines. In Charles N., Tychsen J. (Eds.), 2023. La mine artisanale en Afrique Centrale, du Nord et de l'Est francophones, pp. 443-451.

Barhoumi A., Soumaya A. Enjeux du secteur minier artisanal en Tunisie et rôle de l'Office National des Mines. In Charles N., Tychsen J. (Eds.), 2023. La mine artisanale en Afrique Centrale, du Nord et de l'Est francophones, pp. 453-472.

Toteu S.-F. Synthèse des travaux de groupe réalisés lors du séminaire « Mine artisanale en Afrique Centrale, du Nord et de l'Est francophones ». In Charles N., Tychsen J. (Eds.), 2023. La mine artisanale en Afrique Centrale, du Nord et de l'Est francophones, pp. 475-488.

Sommaire

Préface de S.E. Pr. Gentry FUH CALISTUS 22
Préface de S.E. M. Philippe VAN DAMME 24
Mot de la coordination 26
Jean-Claude Guillaneau, Coordinateur de PanAfGeo, BRGM-Service géologique de la France 26
MOT DES ÉDITEURS 28
1. Comment organiser et développer un site minier artisanal en Afrique Centrale, du Nord et de l'Est francophones ? 33
1.1. Défis et enjeux liés à l'organisation du secteur minier artisanal en Afrique de l'Ouest 33
1.2. Cadre juridique spécifique à l'exploitation minière artisanale et à la petite échelle 34
1.2.1. Cameroun 34
1.2.2. Gabon 35
1.2.3. Maroc 36
1.3. Différents acteurs dans un village (site) typique d'exploitation minière artisanale et à petite échelle 36
1.4. Planification et conception de la mine 38
1.4.1. Facteurs-clés à prendre en compte 39
1.4.2. Critères de sélection des équipements dans l'exploitation minière artisanale et à petite échelle 43
1.4.3. Développement de la mine 43
1.4.4. Séquence de mise en valeur de la mine 45
1.4.5. Ventilation de la mine 46
1.4.6. Exploitation de la mine 47
1.4.7. Réhabilitation 53
1.5. Références 54
2. Extraction minière artisanale en Afrique Centrale et du Nord francophones : impacts sociaux, enjeux sanitaires et sécuritaires 57
2.1. Introduction 57
2.2. Importance de l'EMAPE en Afrique Centrale et du Nord francophones 58
2.3. Techniques et méthodes d'exploitation 58
2.3.1. Méthodes d'extraction 59
2.3.2. Transport du minerai 61
2.3.3. Traitement du minerai 62
2.3.4. Autres méthodes d'extraction 71
2.4. Impacts sociaux 73
2.4.1. Insécurité alimentaire et économique 73
2.4.2. Prostitution et violences basées sur le genre (VBG) 74
2.4.3. Décrochage scolaire 74
2.4.4. Crime organisé, délinquance et insécurité humaine 74
2.5.1. Problèmes de santé 75
2.5.2. Les effets de la pollution au mercure sur l'environnement 77
2.5.3. Maladies infectieuses, sexuellement transmissibles et le VIH/SIDA 78
2.5.4. Problèmes de sécurité 78

2.5.5. Problèmes d'hygiène et gestion des agglomérations minières 82
2.6. Recommandations 82
2.6.1. Solutions proposées aux problèmes liés à l'exploitation 82
2.6.2. Solutions aux problèmes environnementaux connexes à l'exploitation 84
2.7. Références 87
3. Les femmes dans l'extraction minière artisanale en Afrique Centrale, du Nord et de l'Est francophones. Comment assurer une participation saine et responsable ? 89
3.1. Introduction 89
3.2. Rôles et responsabilités des femmes dans les EMAPE 91
3.2.1. Rôles et responsabilités des femmes dans les EMAPE en Afrique Centrale, du Nord et de l'Est francophones 91
3.2.2. Profil des femmes des EMAPE en Afrique Centrale, du Nord et de l'Est francophones 92
3.2.3. Barrières et challenges des femmes sur les EMAPE 92
3.2.4. Abus et violences sur le genre 97
3.2.5. Visages et voies de femmes sur les EMAPE en Afrique Centrale 99
3.2.6. Pour une autonomisation optimale des femmes sur les EMAPE 106
3.3. References 114
4. Développement durable à partir de pierres précieuses : défis et opportunités pour les mineurs artisans d'Afrique. Partie 1 - Étude de cas : essai sur la mise en place d'un projet de bijouterie fine, expérience avec un groupement d'artisans-mineurs 117
4.1. Introduction 117
4.2. La chaîne d'approvisionnement en joaillerie 119
4.3. Faits et données sur le secteur joaillerie 119
4.4. Objectifs de la partie 1 121
4.5. Brève description du projet de joaillerie 121
4.6. Structure du projet-pilote 122
4.7. Étapes du projet-pilote 122
4.8. Conclusions du projet-pilote 122
4.8.1. Dominance des techniques artisanales 122
4.8.2. Infrastructures d'appui existantes 123
4.8.3. Un savoir-faire local et international discret mais disponible 125
4.8.4. Marché international 126
4.9. Les défis à relever pour mettre en place une joaillerie industrielle à Madagascar 127
4.9.1. Un approvisionnement régulier peu fiable 127
4.9.2. Un système bancaire et financier complexe 128
4.9.3. Des défis logistiques majeurs 128
4.9.4. Défis techniques et technologiques 128
4.9.5. Un cadre légal et un régime fiscal répressifs pour les opérateurs 129
4.10. Suggestions et recommandations 130
4.10.1. Formalisation des activités autour de la joaillerie 130
4.10.2. Amélioration du climat des affaires 130
4.10.3. Amélioration du marché international et local 132
4.11. Conclusions 132

5. Développement durable à partir de pierres précieuses : défis et opportunités pour les mineurs artisans d'Afrique. Partie 2 - La traçabilité des pierres : pourquoi est-ce important ? Comment les services géologiques peuvent soutenir cette initiative ? 135
5.1. Introduction....135
5.2. Importance de la traçabilité 137
5.3. Quelques exemples de concept, de directive pour établir la traçabilité 138
5.3.1. Guide de l'OCDE (OCDE, 2016)....138
5.3.2. Dodd-Frank pour les 3TG (Kafuka, 2021)....139
5.3.3. CRAFT Code 139
5.3.4. Provenance Proof Marketplace pour les pierres de couleur (Industrie News, 2022) 140
5.4. La procédure pour établir un modèle de traçabilité....142
5.4.1. Créer des partenariats....142
5.4.2. Instaurer un système de suivi numérique 143
5.4.3. Développer une régulation mutuelle....143
5.5. Les obstacles pour établir la traçabilité 144
5.5.1. Une initiative de chaque partie prenante 144
5.5.2. Un système évolutif....144
5.5.3. Authenticité des données....144
5.5.4. Créer une chaîne de contrôle (CoC) robuste....144
5.6. Le rôle du Service géologique pour une mise en place d'un système de traçabilité 146
5.6.1. Contribuer financièrement pour l'autonomisation du système de traçabilité 147
5.6.2. Contribuer à la formalisation de l'EMAPE....147
5.6.3. Contribuer au développement d'un système standard pour la chaîne de blocs et du système de contrôle....147
5.7. Conclusion....148
5.8. Références....148
6. Les efforts de formalisation du secteur minier artisanal en République Démocratique du Congo....163
6.1. Introduction....163
6.2. La filière minière artisanale en RDC : contexte historique....163
6.3. Régulation du secteur minier artisanal en RDC....166
6.4. Institutions gouvernementales dans le secteur minier congolais....167
6.5. Obstacles à la formalisation....167
6.5.1. Carte d'exploitation minière artisanale 168
6.5.2. Droits fonciers et zones minières artisanales....168
6.5.3. Coopératives 168
6.5.4. Taxation 169
6.5.5. Défis spécifiques au secteur aurifère 169
6.6. Initiatives (inter)nationales de lutte contre l'informalité du secteur de l'EMAPE....171
6.6.1. CIRGL - Mécanisme régional de certification 171
6.6.2. Obligations (inter)nationales en matière de devoir de diligence 172
6.6.3. Traçabilité des minerais....172
6.6.4. Défis et impact des initiatives d'approvisionnement responsable 173

6.7. Conclusion 174
7. De la malédiction des ressources aux minerais de conflit : les enseignements de la République Démocratique du Congo 177
7.1. Introduction 177
7.2. L'exploitation minière (artisanale) dans l'est de la RDC 177
7.3. Les minerais, source de conflit dans l'est de la RDC ? 178
7.4. Contexte historique 179
7.5. Ingérence armée dans le secteur minier 182
7.6. L'insécurité au-delà des minerais de conflit 184
7.7. Conclusion 185
8. Enjeux environnementaux liés à la mine artisanale en Afrique Centrale, du Nord et de l'Est francophones 187
8.1. Introduction 187
8.2. Définitions 188
8.2.1. Environnement 188
8.2.2. Aspect environnemental 189
8.2.3. Impact environnemental 189
8.2.4. Mine responsable 189
8.3. Aperçu général de la relation entre l'EMAPE et la dégradation de l'environnement 189
8.3.1. Nature de l'activité de l'EMAPE et des impacts environnementaux 190
8.3.2. Profondeur d'exploitation 191
8.3.3. Caractéristiques géologiques du minéral 191
8.3.4. Étape dans le cycle minier 191
8.3.5. Emplacement de la mine 192
8.3.6. Nombre de personnes impliquées, étendue spatiale et durée de l'activité minière 192
8.3.7. Durée et historique de l'activité minière dans une zone 193
8.3.8. Méthodes d'extraction 193
8.3.9. Méthodes de traitement 193
8.3.10. Règlementations minières et institution de l'activité minière 194
8.3.11. Connaissance et sensibilisation des mineurs aux enjeux environnementaux 195
8.4. Les impacts des activités de l'EMAPE 195
8.4.1. Les impacts positifs de l'EMAPE sur le développement local 195
8.4.2. Les principaux impacts négatifs de l'EMAPE sur l'environnement 196
8.4.3. Les principaux impacts socio-économiques de l'EMAPE 199
8.4.4. Les mesures d'atténuation des impacts majeurs associés à l'EMAPE 201
8.5. Références 204
9. La géophysique appliquée à l'exploration des corps précieux et métaux valorisables par l'exploitation artisanale. Cas de la République Démocratique du Congo 207
9.1. Introduction 207
9.2. Généralités 207
9.3. Méthode gravimétrique 210
9.3.1. Principe de la méthode et appareillage 211
9.3.2. Mesure de la densité 212

9.3.3. Gravimétrie minière 213
9.3.4. Conclusion 215
9.4. Méthode magnétique 215
9.4.1. Principe de la méthode 217
9.4.2. Susceptibilité magnétique ou aimantation 218
9.4.3. Exemples des campagnes réalisées en RDC 219
9.5. Conclusions sur les méthodes d'exploration géophysique 224
9.6. Références 225
10. Exploitation artisanale et à petite échelle du sable de verrerie et du quartzite de Pouma, région du Littoral (Cameroun) 227
10.1. INTRODUCTION 227
10.2. SITE D'EXPLOITATION DES QUARTZITES DE POUMA 227
10.2.1. Contexte géologique 228
10.2.2. Méthodes d'extraction 230
10.2.3. Méthodes de traitement 232
10.2.4. Production, marché et contrainte liées à commercialisation 234
10.3. SITE D'EXPLOITATION DU SABLE SILICEUX 235
10.3.1. Contexte géologique 236
10.3.2. Méthodes d'extraction 238
10.3.3. Méthodes de traitement 239
10.3.4. Marchés, volume des ventes 240
10.4. DIFFICULTES DES EXPLOITANTS 240
10.4.1. Site de Pouma 240
10.4.2. Carrière de sable siliceux 240
10.5. RECOMMANDATIONS 242
10.5.1. Carrière de sable siliceux blanc 242
10.5.2. Carrière de roches ornementales de Pouma 243
10.6. REFERENCES 243
11. Enjeux du secteur minier artisanal en Algérie et rôle de l'Agence du Service Géologique de l'Algérie 247
11.1. CONTEXTE GEOGRAPHIQUE DE L'ALGERIE 247
11.1.1. Démographie de l'Algérie 247
11.1.2. Économie de l'Algérie 247
11.2. CONTEXTE GEOLOGIQUE DE L'ALGERIE 248
11.2.1. Carte géologique simplifiée de l'Algérie 248
11.2.2. Brève description de la géologie de l'Algérie 249
11.3. LA MINE ARTISANALE EN ALGERIE 251
11.4.1. Quelles substances exploitées en mine artisanale en Algérie ? 252
11.4.2. Cadre législatif du secteur minier artisanal en Algérie 252
11.4.3. Degré d'organisation des artisans-mineurs 254
11.4.4. Rôle de l'Agence du Service Géologique de l'Algérie pour accompagner le secteur minier artisanal 255
11.4. ENJEUX ENVIRONNEMENTAUX ET SANITAIRES LIES A LA MINE ARTISANALE 256

11.4.1. Impact sur l'eau 257
11.4.2. Impact sur la déforestation....257
11.4.3. Impact sur le paysage....257
11.4.4. Impact sur la santé....258
11.5. ENJEUX SOCIO-ECONOMIQUES LIES A LA MINE ARTISANALE....258
11.5.1. Rôle des femmes....258
11.5.2. Rôle des agriculteurs, éleveurs et artisans-mineurs locaux 258
11.6. REFERENCES....259
12. Enjeux du secteur minier artisanal au Burundi et rôle de l'Office Burundais des Mines et Carrières 261
12.1. CONTEXTE GEOGRAPHIQUE DU BURUNDI 261
12.1.1. Démographie du Burundi 261
12.1.2. Économie du Burundi....261
12.2. CONTEXTE GEOLOGIQUE DU BURUNDI 263
12.2.1. Carte géologique du Burundi 263
12.2.2. Brève description géologique du Burundi 263
12.3. LA MINE ARTISANALE AU BURUNDI 266
12.3.1. Quelles substances exploitées en mines artisanales au Burundi ? 267
12.3.2. Cadre législatif du secteur minier artisanal au Burundi....268
12.3.3. Degré d'organisation des artisans-mineurs....269
12.4. ENJEUX ENVIRONNEMENTAUX ET SANITAIRES LIES A LA MINE ARTISANALE 272
12.4.1. Impact sur l'eau 272
12.4.2. Impact sur la déforestation 273
12.4.3. Impact sur le paysage 273
12.4.4. Impact sur la santé....274
12.5. ENJEUX SOCIO-ECONOMIQUES LIES A LA MINE ARTISANALE....275
12.5.1. Le rôle des femmes 275
12.5.2. Le rôle des agriculteurs, éleveurs et artisans-mineurs 275
12.6. REFERENCES....276
13. Enjeux du secteur minier artisanal au Cameroun et rôle du Ministère des Mines, de l'Industrie et du Développement Technologique 279
13.1. CONTEXTE GEOGRAPHIQUE DU CAMEROUN....279
13.1.1. Démographie du Cameroun....279
13.1.2. Économie du Cameroun....279
13.2. CONTEXTE GEOLOGIQUE DU CAMEROUN....281
13.2.1. Carte géologique du Cameroun 281
13.2.2. Brève description de la géologie du Cameroun Lithostratigraphie....282
13.3. LA MINE ARTISANALE AU CAMEROUN....285
13.3.1. Quelles substances exploitées en mine artisanale au Cameroun ?....285
13.3.2. Cadre législatif du secteur minier artisanal au Cameroun 286
13.3.3. Degré d'organisation des artisans-mineurs....287
13.3.4. Rôle du Service géologique national pour accompagner le secteur minier artisanal 288
13.4. ENJEUX ENVIRONNEMENTAUX ET SANITAIRES LIES A LA MINE ARTISANALE 290

13.4.1. Impacts sur l'eau 290
13.4.2. Impacts sur la déforestation 291
13.4.3. Impacts sur le paysage 291
13.4.4. Impacts sur la santé 291
13.5. ENJEUX SOCIO-ECONOMIQUES LIES A LA MINE ARTISANALE 292
13.5.1. Le rôle des femmes 292
13.6. REFERENCES 293
14. Enjeux du secteur minier artisanal aux Comores et rôle du Bureau Géologique des Comores 297
14.1. CONTEXTE GEOGRAPHIQUE DES COMORES 297
14.1.1. Démographie des Comores 297
14.1.2. Économie des Comores 297
14.2. CONTEXTE GEOLOGIQUE DES COMORES 298
14.2.1. Carte géologique simplifiée des Comores 298
14.2.2. Brève description de la géologie des Comores 298
14.3. LA MINE ARTISANALE AUX COMORES 300
14.3.1. Quelles substances exploitées en mine artisanale aux Comores ? 301
14.3.2. Cadre législatif du secteur minier artisanal aux Comores 303
14.3.3. Rôle du Bureau Géologique des Comores pour accompagner le secteur minier artisanal 303
14.3.4. Degré d'organisation des artisans-mineurs 304
14.4. ENJEUX ENVIRONNEMENTAUX ET SANITAIRES LIES A LA MINE ARTISANALE 304
14.4.1. Impact sur l'eau 304
14.4.2. Impact sur la déforestation 304
14.4.3. Impact sur le paysage 305
14.4.4. Impact sur la santé 305
14.5. ENJEUX SOCIO-ECONOMIQUES LIES A LA MINE ARTISANALE 305
14.5.1. Rôle des femmes 305
14.5.2. Rôle des agriculteurs, éleveurs et artisans-mineurs locaux 306
14.6. CONCLUSION 306
15. Enjeux du secteur minier artisanal en République du Congo et rôle de la Direction Générale des Mines 309
15.1. CONTEXTE GEOGRAPHIQUE DE LA REPUBLIQUE DU CONGO 309
15.1.1. Démographie du Congo 309
15.1.2. Économie du Congo 309
15.2. CONTEXTE GEOLOGIQUE DU CONGO 310
15.2.1. Carte géologique simplifiée du Congo 310
15.2.2. Brève description de la géologie du Congo 310
15.3. LA MINE ARTISANALE AU CONGO 313
15.3.1. Quelles substances exploitées en mine artisanale au Congo ? 314
15.3.2. Cadre législatif du secteur minier artisanal au Congo 315
15.3.3. Degré d'organisation des artisans-mineurs 316
15.3.4. Rôle du Service géologique national pour accompagner le secteur minier artisanal 316

15.4. ENJEUX ENVIRONNEMENTAUX ET SANITAIRES LIES A LA MINE ARTISANALE 317
15.4.1. Impact sur l'eau 317
15.4.2. Impact sur la déforestation.....318
15.4.3. Impact sur le paysage.....318
15.4.4. Impact sur la santé.....319
15.5. ENJEUX SOCIO-ECONOMIQUES LIES A LA MINE ARTISANALE 320
15.5.1. Rôle des femmes.....320
15.5.2. Rôle des agriculteurs, éleveurs et artisans-mineurs locaux 320
15.6. REFERENCES.....320
16. Enjeux du secteur minier artisanal à Djibouti et rôle de la Direction Générale des Ressources Naturelles.....323
16.1. CONTEXTE GEOGRAPHIQUE DE DJIBOUTI 323
16.1.1. Démographie de Djibouti 323
16.1.2. Économie de Djibouti.....324
16.2. CONTEXTE GEOLOGIQUE DE DJIBOUTI 325
16.2.1. Carte géologique de Djibouti.....325
16.2.2. Brève description de la géologie de Djibouti.....325
16.3. LA MINE ARTISANALE A DJIBOUTI 329
16.3.1. Quelles substances exploitées en mine artisanale à Djibouti ?.....331
16.3.2. Cadre législatif du secteur minier artisanal à Djibouti 332
16.3.3. Degré d'organisation des artisans-mineurs.....333
16.3.4. Rôle de la Direction des Ressources Naturelles pour accompagner le secteur minier artisanal 333
16.4. ENJEUX ENVIRONNEMENTAUX ET SANITAIRES LIES A LA MINE ARTISANALE 334
16.4.1. Impact sur l'eau 334
16.4.2. Impact sur la déforestation.....334
16.4.3. Impact sur le paysage.....335
16.4.4. Impact sur la santé.....335
16.5. ENJEUX SOCIO-ECONOMIQUES LIES A LA MINE ARTISANALE 335
16.5.1. Rôle des femmes.....335
16.5.2. Rôle des agriculteurs, éleveurs et artisans-mineurs locaux 336
16.6. REFERENCES.....336
17. Enjeux du secteur minier artisanal au Gabon et rôle de la Direction Générale des Mines et de la Géologie.....339
17.1. CONTEXTE GEOGRAPHIQUE DU GABON.....339
17.1.2. Économie du Gabon 339
17.2. CONTEXTE GEOLOGIQUE DU GABON.....340
17.2.1. Carte géologique simplifiée du Gabon 340
17.2.2. Brève description de la géologie nationale 341
17.3. LA MINE ARTISANALE AU GABON 341
17.3.1. Quelles substances exploitées en mine artisanale au Gabon ? 341
17.3.2. Cadre législatif du secteur minier artisanal au Gabon 342
17.3.3. Degré d'organisation des artisans-mineurs 342

17.3.4. Rôle de la Direction Générale des Mines et de la Géologie pour accompagner le secteur minier artisanal 344
17.4. ENJEUX ENVIRONNEMENTAUX ET SANITAIRES LIES A LA MINE ARTISANALE 344
17.4.1. Impact sur l'eau 344
17.4.2. Impact sur la déforestation 346
17.4.3. Impact sur le paysage 346
17.4.4. Impact sur la santé 347
17.5. ENJEUX SOCIO-ECONOMIQUES LIES A LA MINE ARTISANALE....347
17.5.1. Rôle des femmes....347
17.5.2. Rôle des agriculteurs, éleveurs et artisans-mineurs locaux 348
18. Enjeux du secteur minier artisanal en Guinée Équatoriale et rôle du Département des Mines et Carrières 351
18.1. CONTEXTE GEOGRAPHIQUE DE GUINEE EQUATORIALE 351
18.1.1. Démographie de la Guinée Équatoriale 351
18.1.2. Économie de la Guinée Équatoriale....351
18.2. CONTEXTE GEOLOGIQUE DE LA GUINEE ÉQUATORIALE....353
18.2.1. Carte géologique simplifiée de la Guinée Équatoriale 353
18.2.2. Brève description de la géologie de la Guinée Équatoriale 353
18.3. LA MINE ARTISANALE EN GUINEE ÉQUATORIALE....354
18.3.1. Quelles substances exploitées en mine artisanale en Guinée Équatoriale ? 355
18.3.2. Cadre législatif du secteur minier artisanal en Guinée Équatoriale 355
18.3.3. Degré d'organisation des artisans-mineurs 356
18.3.4. Rôle du Service géologique national pour accompagner le secteur minier artisanal 357
18.4. ENJEUX ENVIRONNEMENTAUX ET SANITAIRES LIES A LA MINE ARTISANALE 357
18.4.1. Impact sur l'eau 357
18.4.2. Impact sur la déforestation 358
18.4.3. Impact sur le paysage 358
18.4.4. Impact sur la santé 358
18.5. ENJEUX SOCIO-ECONOMIQUES LIES A LA MINE ARTISANALE....359
18.5.1. Rôle des femmes 359
18.5.2. Rôle des agriculteurs, éleveurs et artisans-mineurs locaux 359
18.6. REFERENCES....359
19. Enjeux du secteur minier artisanal à Madagascar et rôle de la Direction des Études et de la Promotion Géologiques et Minières (DEPGM) 363
19.1. CONTEXTE GEOGRAPHIQUE DE MADAGASCAR....363
19.1.1. Démographie de Madagascar 363
19.1.2. Économie de Madagascar 364
19.2. CONTEXTE GEOLOGIQUE DE MADAGASCAR 364
19.2.1. Carte géologique de Madagascar....365
19.2.2. Brève description de la géologie de Madagascar....366
19.3. LA MINE ARTISANALE A MADAGASCAR 367
19.3.1. Quelles substances exploitées en mine artisanale à Madagascar ?....368
19.3.2. Cadre législatif du secteur minier artisanal à Madagascar....370

19.3.3. Degré d'organisation des artisans-mineurs....370
19.3.4. Rôle de la Direction des Études et de la Promotion Géologiques et Minières national pour accompagner le secteur minier artisanal....371
19.4. ENJEUX ENVIRONNEMENTAUX ET SANITAIRES LIES A LA MINE ARTISANALE....373
19.4.1. Impact sur l'eau....373
19.4.2. Impact sur la déforestation....374
19.4.3. Impact sur le paysage....374
19.4.4. Impact sur la santé....375
19.5. ENJEUX SOCIO-ECONOMIQUES LIES A LA MINE ARTISANALE....376
19.5.1. Rôle des femmes....376
19.5.2. Rôle des agriculteurs, éleveurs et artisans-mineurs locaux....377
19.6. REFERENCES....377
20. Enjeux du secteur minier artisanal au Maroc et rôle de la Direction de la Géologie du Ministère de la Transition Énergétique et du Développement Durable....381
20.1. CONTEXTE GEOGRAPHIQUE DU MAROC....381
20.1.1. Démographie du Maroc....381
20.1.2. Économie du Maroc....382
20.2. CONTEXTE GEOLOGIQUE DU MAROC....383
20.2.1. Carte géologique du Maroc....384
20.2.2. Brève description de la géologie du Maroc....384
20.3. LA MINE ARTISANALE AU MAROC....385
20.3.1. Quelles substances exploitées en mine artisanale au Maroc ?....387
20.3.2. Cadre législatif du secteur minier artisanal au Maroc....389
20.3.3. Degré d'organisation des artisans-mineurs....390
20.3.4. Rôle du Service géologique national pour accompagner le secteur minier artisanal....392
20.4. ENJEUX ENVIRONNEMENTAUX ET SANITAIRES LIES A LA MINE ARTISANALE....393
20.4.1. Impact sur l'eau....393
20.4.2. Impact sur la déforestation....394
20.4.3. Impact sur le paysage....394
20.4.4. Impact sur la santé....394
20.5. ENJEUX SOCIO-ECONOMIQUES LIES A LA MINE ARTISANALE....395
20.5.1. Rôle des femmes....395
20.5.2. Rôle des agriculteurs, éleveurs et artisans-mineurs locaux....396
20.6. REFERENCES....397
21. Enjeux du secteur minier artisanal en Mauritanie et rôle de l'Agence Nationale de Recherches Géologiques et du Patrimoine Minier....401
21.1. CONTEXTE GEOGRAPHIQUE DE LA MAURITANIE....401
21.1.1. Démographie de la Mauritanie....401
21.1.2. Économie de la Mauritanie....401
21.2. CONTEXTE GEOLOGIQUE DE LA MAURITANIE....402
21.2.1. Carte géologique du Maroc....402
21.2.2. Brève description de la géologie de la Mauritanie....403
21.3. LA MINE ARTISANALE EN MAURITANIE....403

21.3.1. Quelles substances exploitées en mine artisanale en Mauritanie ?....404
21.3.2. Cadre législatif du secteur minier artisanal en Mauritanie....404
21.3.3. Degré d'organisation des artisans-mineurs....405
21.3.4. Rôle de l'Agence Nationale de Recherches Géologiques et du Patrimoine Minier pour accompagner le secteur minier artisanal....405
21.4. ENJEUX ENVIRONNEMENTAUX ET SANITAIRES LIES A LA MINE ARTISANALE....406
21.4.1. Impact sur l'eau....406
21.4.2. Impact sur la déforestation....406
21.4.3. Impact sur le paysage....406
21.4.4. Impact sur la santé....407
21.5. ENJEUX SOCIO-ECONOMIQUES LIES A LA MINE ARTISANALE....407
21.5.1. Rôle des femmes....408
21.5.2. Rôle des agriculteurs, éleveurs et artisans-mineurs locaux....408
21.6. CONCLUSION....408
21.7. REFERENCES....410
22. Enjeux du secteur minier artisanal en République Centrafricaine et rôle de la Direction Générale des Mines et de la Géologie....413
22.1. CONTEXTE GEOGRAPHIQUE DE LA REPUBLIQUE CENTRAFRICAINE....413
22.1.1. Démographie de la République Centrafricaine....413
22.1.2. Économie de la République Centrafricaine....413
22.2. CONTEXTE GEOLOGIQUE DE LA REPUBLIQUE CENTRAFRICAINE....414
22.2.1. Carte géologique de la République Centrafricaine....414
22.2.2. Brève description de la géologie de la République Centrafricaine....414
22.3. LA MINE ARTISANALE EN REPUBLIQUE CENTRAFRICAINE....415
22.3.1. Quelles substances exploitées en mine artisanale en République Centrafricaine ?....416
22.3.2. Cadre législatif du secteur minier artisanal en République Centrafricaine....418
22.3.3. Degré d'organisation des artisans-mineurs....418
22.3.4. Rôle du Service géologique national pour accompagner le secteur minier artisanal....419
22.4. ENJEUX ENVIRONNEMENTAUX ET SANITAIRES LIES A LA MINE ARTISANALE....420
22.4.1. Impact sur l'eau....421
22.4.2. Impact sur la déforestation....421
22.4.3. Impact sur le paysage....421
22.4.4. Impact sur la santé....421
22.5. ENJEUX SOCIO-ECONOMIQUES LIES A LA MINE ARTISANALE....422
22.5.1. Rôle des femmes....422
22.5.2. Rôle des agriculteurs, éleveurs et artisans-mineurs locaux....423
22.6. REFERENCES....423
23. Enjeux du secteur minier artisanal en République Démocratique du Congo et rôle du Service géologique national....427
23.1. CONTEXTE GEOGRAPHIQUE DE LA REPUBLIQUE DEMOCRATIQUE DU CONGO....427
23.1.1. Démographie de la République Démocratique du Congo....427
23.1.2. Économie de la République Démocratique du Congo....427
23.2. CONTEXTE GEOLOGIQUE DE LA REPUBLIQUE DEMOCRATIQUE DU CONGO....428

23.2.1. Carte géologique de la République Démocratique du Congo 428
23.2.2. Brève description de la géologie de la République Démocratique du Congo 429
23.3. LA MINE ARTISANALE EN REPUBLIQUE DEMOCRATIQUE DU CONGO 430
23.3.1. Quelles substances exploitées en mine artisanale en République Démocratique du Congo ? 431
23.3.2. Cadre législatif du secteur minier artisanal en République Démocratique du Congo 431
23.3.3. Degré d'organisation des artisans-mineurs 432
23.3.4. Rôle du Service Géologique National du Congo pour accompagner le secteur minier artisanal 433
23.4. ENJEUX ENVIRONNEMENTAUX ET SANITAIRES LIES A LA MINE ARTISANALE 434
23.4.1. Impact sur l'eau 434
23.4.2. Impact sur la déforestation 436
23.4.3. Impact sur le paysage 437
23.4.4. Impact sur la santé 437
23.5. ENJEUX SOCIO-ECONOMIQUES LIES A LA MINE ARTISANALE 438
23.5.1. Rôle des femmes 438
23.5.2. Rôle des agriculteurs, éleveurs et artisans-mineurs locaux 439
23.6. REFERENCES 440
24. Enjeux du secteur minier artisanal au Tchad et rôle de la Direction Générale des Mines 443
24.1. CONTEXTE GEOGRAPHIQUE DU TCHAD 443
24.1.1. Démographie du Tchad 443
24.1.2. Économie du Tchad 443
24.2. CONTEXTE GEOLOGIQUE DU TCHAD 444
24.2.1. Carte géologique du Tchad 444
24.2.2. Brève description de la géologie du Tchad 445
24.3. LA MINE ARTISANALE AU TCHAD 445
24.3.2. Cadre législatif du secteur minier artisanal au Tchad 446
24.3.3. Degré d'organisation des artisans-mineurs 446
24.4. ENJEUX ENVIRONNEMENTAUX ET SANITAIRES LIES A LA MINE ARTISANALE 447
24.4.1. Impact sur l'eau 447
24.4.2. Impact sur la déforestation 449
24.4.3. Impact sur le paysage 449
24.4.4. Impact sur la santé 450
24.5. ENJEUX SOCIO-ECONOMIQUES LIES A LA MINE ARTISANALE 450
24.5.1. Rôle des femmes 450
24.5.2. Rôle des agriculteurs, éleveurs et artisans-mineurs locaux 451
24.6. REFERENCES 451
25. Enjeux du secteur minier artisanal en Tunisie et rôle de l'Office National des Mines 453
25.1. CONTEXTE GEOGRAPHIQUE DE LA TUNISIE 453
25.1.1. Démographie de la Tunisie 453
25.1.2. Économie de la Tunisie 453
25.2. CONTEXTE GEOLOGIQUE DE LA TUNISIE 454
25.2.1. Carte géologique de la Tunisie 454

25.2.2. Brève description de la géologie de la Tunisie 456
25.3. LA MINE ARTISANALE EN TUNISIE 457
25.3.1. Quelles substances exploitées en mine artisanale en Tunisie ?....457
25.3.2. Cadre législatif du secteur minier artisanal en Tunisie 468
25.3.3. Degré d'organisation des artisans-mineurs....469
25.3.4. Rôle de l'Office National des Mines pour accompagner le secteur minier artisanal....470
25.4. ENJEUX ENVIRONNEMENTAUX ET SANITAIRES LIES A LA MINE ARTISANALE 470
25.5. ENJEUX SOCIO-ECONOMIQUES LIES A LA MINE ARTISANALE 471
25.5.1. Rôle des femmes....471
25.5.2. Rôle des agriculteurs, éleveurs et artisans-mineurs locaux 471
25.6. REFERENCES 472
26. Synthèse des travaux de groupe réalisés lors du séminaire « Mine artisanale en Afrique Centrale, du Nord et de l'Est francophones »....475
26.1. INTRODUCTION 475
26.2. THEMATIQUES DES TRAVAUX DE GROUPE 476
26.2.1. Répertorier et discuter les principaux défis de la mine artisanale en zone côtière ou le long des rivières dans vos pays respectifs. 477
26.2.2. Répertorier et discuter les principaux défis environnementaux ainsi que les solutions proposées dans vos pays respectifs....478
26.2.3. Répertorier et discuter quelques défis de la formalisation de la mine artisanale dans vos pays respectifs 480
26.2.4. Répertorier et discuter quelques défis liés aux minerais source de conflits dans vos pays respectifs....482
26.2.5. Répertorier et discuter les principaux défis sociaux et sanitaires de la mine artisanale dans vos pays respectifs....483
26.2.6. Répertorier et discuter les principaux défis dans l'amélioration de la participation des femmes à l'activité minière dans vos pays respectifs 484
26.2.7. Répertorier et discuter les avantages des méthodes géophysiques d'exploration pour un service géologique 485
26.2.8. Quelle est l'expérience, les leçons apprises de votre pays, et le rôle que votre service géologique a joué dans le processus de traçabilité des pierres précieuses ?....487
26.3. CONCLUSION 488

PRÉFACE DE S.E. PR. GENTRY FUH CALISTUS

L'Afrique dispose d'un important potentiel géologique en ce qui concerne un certain nombre de minéraux, potentiel qui peut contribuer à la croissance économique à travers le développement du secteur minier. Nos pays disposent en effet d'importants gisements avérés de minéralisations de fer, de bauxite, de cobalt, de platine, d'uranium, d'or, de diamant et de plusieurs autres pierres précieuses dont le potentiel reste encore à évaluer. En dépit de ce potentiel, l'exploitation minière n'a cependant jamais joué un rôle majeur dans le développement de certains pays, restant en marge de l'économie.

L'exploitation minière artisanale largement pratiquée dans tous nos pays est la forme d'exploitation des minerais ; elle constitue un important moyen de subsistance pour les communautés vivant dans ces régions riches en or et en pierres précieuses, mais son caractère informel empêche ce sous-secteur de contribuer véritablement à la croissance de nos pays. À côté de cette exploitation artisanale se développe depuis quelques années, une activité mécanisée faisant appel à des équipements plus lourds (excavateurs, tables de lavage, etc.), avec parfois l'usage d'explosifs.

Toutes ces formes d'artisanat s'exercent aujourd'hui dans un cadre partiellement informel. Pour ce qui est de l'artisanat, les mineurs manquent généralement de formation en géologie, en exploitation et traitement du minerai, en santé et sécurité avec comme résultante, de pauvres conditions de travail, des risques sur la santé, une dégradation de l'environnement.

Dans leurs différentes stratégies de développement, nos Gouvernements accordent une place de plus en plus importante au secteur minier. Pour mettre ceci en œuvre au Cameroun par exemple, le Ministère chargé des mines s'attèle à implémenter un certain nombre d'actions relevant des meilleures pratiques de développement durable : un Code minier a été publié en 2016 et son décret d'application permettra de mieux organiser et gérer l'activité minière artisanale. Une Société Nationale des Mines vient d'être créée avec pour objectif de réaliser l'inventaire des indices miniers, de mener les activités d'exploitation et d'exploitation des substances minérales, d'assurer la mise en œuvre des mesures relatives à la restauration, à la réhabilitation et à la fermeture des sites d'exploitation. Par ailleurs, le Gouvernement fait depuis 2011, une réactualisation de la connaissance de ses données géoscientifiques et minérales à travers l'acquisition et l'interprétation des données géophysiques (magnétisme et radiométrie) à haute résolution, l'établissement d'un cadastre minier informatisé, la mise en place d'un Système d'Informations Géologiques et Minières (SIGM), notamment pour améliorer l'efficacité et la transparence du secteur ainsi que l'accès aux données géoscientifiques disponibles.

Le guide pratique sur la mine artisanale et à petite échelle que vous avez entre les mains arrive à point nommé. Il est un important outil produit à l'issue de la formation qui s'est tenue à Douala, Cameroun, du 13 au 16 mars 2023. Il a pour ambition de rendre plus transparentes et plus claires les dispositions réglementaires en vigueur dans nos pays. C'est un manuel inestimable pour le sous-secteur, avec des informations sur la propriété minière, la gouvernance, la géologie, l'exploitation minière, le traitement des minerais, etc. Il s'appuie également sur l'expérience d'autres pays en matière de gestion durable du secteur. Il donnera aux usagers avisés ou non, un aperçu clair, précis et surtout complet de l'état actuel de l'artisanat minier et à petite échelle en Afrique Centrale, de l'Est et du Nord francophones. Il contribuera certainement à une plus grande visibilité de notre artisanat minier dans toutes ses composantes afin qu'il se développe selon les règles de l'art et profite de manière significative à toutes les parties prenantes notamment aux populations et participe à l'augmentation des revenus de nos États. Il est facile à lire avec des concepts compréhensibles même pour les non-professionnels du domaine.

Sur cette perspective, permettez-moi de vous faire part de tout le soutien qui est le mien pour les actions en cours du Projet PanAfGeo-2 en vue du développement des capacités dans le secteur de l'artisanat minier et d'autres secteurs des géosciences. Je tiens à cet effet, à remercier l'Union européenne, l'Association des Services géologiques européens (EuroGeoSurveys), l'Organisation des Services géologiques d'Afrique (OAGS) pour l'appui financier et l'assistance technique qu'elles apportent à cette initiative, laquelle contribuera davantage à sensibiliser et former les différents acteurs concernés et par conséquent, permettra d'augmenter les efforts de nos gouvernements pour le développement d'un artisanat minier responsable pour la protection des vies et le bien-être des artisans-mineurs. Je voudrais enfin remercier ici l'équipe de formateurs locaux et internationaux, ainsi que les 32 participants issus de 15 pays de l'Afrique Centrale, de l'Est et du Nord francophones qui ont fourni des contributions pertinentes pour la production de ce guide pratique.

Pr. Gentry FUH CALISTUS
Ministre Secrétaire d'État auprès du Ministère des Mines, de l'Industrie et du Développement Technologique



PRÉFACE DE S.E. M. PHILIPPE VAN DAMME

L'exploitation minière artisanale apporte des ressources de subsistance à plusieurs dizaines de millions de personnes et de familles dans plus de 80 pays à travers le monde.

Dans nombreux pays en développement, l'artisanat minier occupe une part importante de l'économie du secteur rural. Les ressources extractives, notamment les pierres précieuses (or, diamant, saphir, etc.) ou les minéraux du développement (sable, gravier, pouzzolane, etc.), constituent les principales activités des populations riveraines aux gisements. En général, dans ces pays, les exploitations sous forme artisanale représentent le principal mode d'extraction qui reste pour la plupart du temps circonscrit dans un cadre largement informel. Les circuits de commercialisation échappent très souvent au contrôle des pouvoirs publics et contribuent faiblement au financement des budgets des États.

Consciente de ces contraintes, l'Union européenne apporte son appui au secteur de l'exploitation des ressources naturelles englobant les minéraux, les forêts, les questions foncières avec pour objectifs la préservation de l'environnement et de la biodiversité, le respect des droits humains, la transparence et la bonne gouvernance dans la gestion de ces ressources, en appuyant la mise en œuvre de la norme ITIE (Initiative pour la Transparence dans les Industries Extractives). Dans ce contexte, le Cameroun est dans les 57 pays dont 27 en Afrique, mettant en œuvre la norme ITIE (depuis 2007), avec des résultats significatifs.

Aujourd'hui, l'Union européenne subventionne la sixième phase du Programme d'appui pour la préservation de la biodiversité et les écosystèmes fragiles d'Afrique Centrale et son successeur, l'Initiative NaturAfrica. L'UE appui la gestion territoriale intégrée des ressources naturelles dans le Septentrion, le Sud et l'Est du Cameroun. Un Projet sur les minéraux précieux (or, diamant) et un autre sur les minéraux du développement (sable, gravier, pouzzolane, etc.) sont en cours au Cameroun, mis en œuvre par des Organisations Non Gouvernementales avec pour objectif d'améliorer la gouvernance minière et promouvoir la transparence dans l'exploitation artisanale de ces ressources ; le PNUD intervient également dans

le secteur des minéraux du développement et plus spécifiquement dans la formalisation du secteur minier artisanal avec le financement de l'UE dont le Cameroun est « focus country » dans le programme. Le présent atelier donne l'occasion de partager et capitaliser des expériences de plusieurs horizons dans ce domaine et pourra également apporter de nouvelles orientations et une attention renouvelée sur l'exploitation artisanale responsable, susceptible de soutenir les efforts de développement des pays.

Dans le contexte du Global Gateway, en liaison avec le nouveau consensus européen pour le développement, et dans le contexte de la compétition globale visant l'accès aux minéraux nécessaires à appuyer la transition écologique, énergétique et digitale, le secteur artisanal minier apparaît comme un levier de développement essentiel, pouvant générer des millions d'emplois décents à l'échelle de l'Afrique et contribuer à une croissance soutenable.

Le Projet PanAfGeo cofinancé par l'Union européenne vient en réponse aux besoins de renforcement des expertises du personnel géoscientifique des Services géologiques africains. Nous sommes persuadés que nos partenaires sauront mettre leur savoir-faire acquis au service des pouvoirs publics et des acteurs soucieux de la gouvernance de l'exploitation minière artisanale. La Délégation de l'Union européenne au Cameroun est fière de soutenir l'initiative de l'Organisation des Services géologiques d'Afrique et d'EuroGeoSurveys, de produire un manuel spécialisé et référentiel. Puissent les acteurs du secteur minier de l'Afrique en faire bon usage pour relever à bon escient d'exaltants défis du développement de leurs pays respectifs.

Philippe VAN DAMME
Ambassadeur et Chef de la Délégation de l'Union Européenne
auprès de la République du Cameroun



https://panafgeo.eurogeosurveys.org/2023/04/12/asmdoualamarch23/

MOT DE LA COORDINATION

JEAN-CLAUDE GUILLANEAU, COORDINATEUR DE PANAFGEO, BRGM-SERVICE GÉOLOGIQUE DE LA FRANCE

PanAfGeo-2 soutient la formation des personnels géoscientifiques des 54 services géologiques d'Afrique à travers le développement d'un programme de formation innovant conçu et mené par 10 membres de l'Association des Services géologiques européens EuroGeoSurveys (EGS) en collaboration avec l'Organisation des Services Géologiques d'Afrique (OSGA/OAGS).

PanAfGeo-2 (2021-2024) est la poursuite du désormais reconnu PanAfGeo-1 (2016-2019), qui à travers 42 sessions, a formé environ 1 100 géoscientifiques issus de 49 pays d'Afrique. PanAfGeo-1 disposait d'un budget de 10,3 millions d'euros, cofinancé par l'UE, via sa Direction-Générale des Partenariats Internationaux (DG-INTPA) et un consortium de 12 services géologiques européens piloté par le Service géologique de la France (BRGM).

PanAfGeo-2 permet aux participants d'acquérir un ensemble de connaissances et la possibilité de participer à des visites sur le terrain dans le cadre de 8 modules thématiques : A-Cartographie géoscientifique ; B-Inventaire des ressources minérales ; C-Mine artisanale ; D-Patrimoine géologique et géothermie ; E-Risques naturels et gestion environnementale des mines ; F-Gouvernance des géoressources ; G-Gestion des données géoscientifiques ; et H-Communication et promotion en géosciences.

Le Module C est spécifique à la mine artisanale et sera mis en œuvre avec la participation de 46 pays africains. Le Module C est piloté par Dr. John Tychsen et co-piloté par Dr. Daniel Boamah du Service géologique du Ghana (GGSA) ; le Co-responsable adjoint est M. Jules César Yaganza, Directeur du Service géologique en République Centrafricaine.

Le Module C vise à former le personnel des services géologiques sur des sujets liés au secteur minier artisanal afin de renforcer leur capacité à aider les opérateurs et comprendre comment les connaissances et les compétences des services géologiques peuvent être plus activement mobilisées au service des opérateurs miniers. Cela dans une démarche pour assurer des opérations plus rentables, efficaces, respectueuses de l'environnement, sûres et responsables dans les pays concernés. PanAfGeo-1 (2017-2019) a édité 4 guides pratiques sur la mine artisanale : 3 à l'échelle nationale pour le Malawi, le Ghana et la Zambie ; et 1 guide régional pour 8 pays francophones d'Afrique de l'Ouest. L'intention était d'étendre le processus d'apprentissage, le nombre de bénéficiaires et de fournir un guide sur la façon de tirer parti de l'implication des études géologiques dans le secteur minier artisanal.

Ces 4 guides pratiques ont été distribués aux organisations participantes et aux partenaires de PanAfGeo-1.

En 2021-2024, le Module C met en place trois formations régionales. La première a eu lieu à Maputo, Mozambique, du 26 au 30 septembre 2022. Le Module C a invité des participants issus de 16 pays d'Afrique australe, dont 5 lusophones et 11 anglophones. Pour la première fois, le Module C a fourni une traduction simultanée en anglais/portugais pendant la formation. Cette formation a été gérée conjointement par le GEUS (Service géologique du Danemark et du Groenland) et le LNEG (Service géologique du Portugal).

Le présent guide est un livrable de la seconde formation à Douala, Cameroun qui a pris place du 13 au 16 mars 2023. Les participants étaient issus de 15 services géologiques d'Afrique Centrale, de l'Est et du Nord francophones, en considérant également la Guinée équatoriale, hispanophone.

Je sais d'après les retours que la formation de Douala a été un succès et ce guide pratique servira de référence sur la façon de tirer parti de l'implication des études géologiques dans le secteur minier artisanal.

L'approche régionale du guide pratique pour les 8 pays francophones d'Afrique de l'Ouest, édité en 2019, a été très appréciée par la DG-INTPA et l'Organisation des Services Géologiques d'Afrique (OSGA/OAGS). Ainsi entre 2021 et 2024, le Module C produira en plus du présent guide pratique, 2 autres guides pratiques régionaux qui couvriront à terme les 46 pays africains restants. Les quatre guides édités par PanAfGeo entre 2019 et 2024 couvriront les 54 pays d'Afrique en langue anglaise, française et portugaise.

Pour plus d'informations sur PanAfGeo :
panafgeo.eurogeosurveys.org et sur Twitter @PanAfGeo.

Pour télécharger les guides pratiques :

https://panafgeo.eurogeosurveys.org/panafgeo-1-results/

https://panafgeo.eurogeosurveys.org/wp-content/uploads/2023/03/ASM-handbook-for-Southern-African-region_updated.pdf

https://panafgeo.eurogeosurveys.org/wp-content/uploads/2022/12/Portuguese-Handbook.pdf



M. Jean-Claude Guillaneau
Coordinateur de PanAfGeo, BRGM-Service géologique de la France

MOT DES ÉDITEURS

Dr. Nicolas Charles (BRGM, Coordinateur-Adjoint de PanAfGeo)
et Dr. John Tychsen (pour le GEUS, ASSM Consult)

Dans le cadre du module C du projet PanAfGeo-2, trois formations régionales seront organisées sur la mine artisanale : une en langue anglaise/portugaise au Mozambique, une en langue française au Cameroun et une dernière en langue anglaise en Tanzanie.

La première formation régionale sur la mine artisanale a permis la participation de 16 pays anglophones et lusophones de l'Afrique australe : Angola, Botswana, Cap-Vert, Eswatini, Gambie, Ghana, Guinée-Bissau, Lesotho, Libéria, Mozambique, Namibie, Nigeria, Sao Tomé-et-Principe, Sierra Leone, Afrique du Sud et Zimbabwe. En plus des délégations nationales, des experts du Mozambique, du Ghana, du Zimbabwe, du Portugal, du Danemark et de la Belgique ont également pris part à la formation.

Ce guide pratique est un livrable de la seconde formation sur la mine artisanale ayant pris place à Douala au Cameroun. Ont participé 15 pays francophones et 1 pays hispanophone de l'Afrique Centrale, de l'Est et du Nord : Algérie, Burundi, Cameroun, Comores, Djibouti, République de Congo, Gabon, Guinée équatoriale, Madagascar, Maroc, Mauritanie, République Démocratique du Congo, République Centrafricaine, Tchad et Tunisie. En plus des délégations nationales, des experts de la mine artisanale de Madagascar, du Cameroun, de la République Démocratique du Congo, de la France, du Danemark et des Pays-Bas ont également pris part à cette formation.

Cette session de formation sur la mine artisanale a permis aux participants d'échanger des connaissances et des expériences sur la mine artisanale durant quatre jours. Chaque délégation africaine a présenté le contexte géographique et géologique de la mine artisanale, les minerais exploités, le cadre législatif, le degré d'organisation des artisans-mineurs, le rôle du Service géologique et les impacts environnementaux, sociaux, sanitaires et sociétaux du secteur minier artisanal. En outre, les questions relatives à l'hygiène et à la sécurité des travailleurs, aux minéraux critiques, aux défis des exploitations en zone de conflit ou sous la coupe d'organisations criminelles ont été discutées.

L'organisation et le développement d'un site mine artisanal, y compris les questions sécuritaires et environnementales ont été abordées par Dr. Paul Kemeng et M. Gay Emmanuel Moukoury Moume du Cameroun. Les impacts socio-économiques

et le rôle des femmes dans le secteur minier artisanal ont été abordés par Dr. Balbine Pascaline Makani Omgba (Coordonnatrice nationale du projet PAN pour le mercure au Cameroun). Les défis de la mine artisanale dans l'extraction de pierres précieuses ont été présentés et discutés par Mme Harimalala Tsiverisoa Herizo de Madagascar. Les conflits entre les opérateurs miniers artisanaux et les organisations criminelles, ainsi que les avantages de la formalisation - voie vers des minerais responsables - ont été présentés par Mme Lotte Hoex (International Peace Information Service, IPIS). Les avantages de l'utilisation des méthodes géophysiques comme outil de prospection à l'échelle d'un inventaire minier national ont été présentés par Pr. Stanislas Sebagenzi Mwene Ntabwoba de la RDC.

Nous souhaitons particulièrement remercier les délégués des pays africains pour leurs engagements actifs pendant la formation mais également pour leurs précieuses contributions écrites à ce guide pratique sur la mine artisanale.

Nous tenons également à remercier les experts de la mine artisanale pour leurs contributions à la qualité scientifique et technique de ce guide, qui est considéré comme une étape importante et servira de référence pour toutes les parties-prenantes de la mine artisanale en Afrique Centrale, de l'Est et du Nord francophones. Nous tenons à remercier personnellement Mme Kareen Ojong Agbor, Directrice de la Géologie au Ministère des Mines, de l'Industrie et du Développement Technologique de la République du Cameroun, pour son soutien et son professionnalisme qui ont contribué de manière décisive à cette formation et à l'élaboration de ce guide.

En outre, nous tenons à remercier S.E. Philippe Van Damme, Ambassadeur de la Délégation de l'Union européenne au Cameroun ; M. Philippe Mayaux de la Délégation de l'UE au Cameroun ; Mme Odette Chi Akwa, du Bureau Régional Multisectoriel de l'UNESCO ; M. Jules-César Yaganza, Directeur de la Recherche Minière et de l'Exploitation Artisanale en République Centrafricaine et Co-responsable du module C ; M. Thomas Roed-Thorsen, Directeur administratif et financier au GEUS ; Mme Carol Zammit du projet AfricaMaVal ; Pr. Félix Toteu, Président du Comité consultatif de PanAfGeo ; Mme Gitte Marianne Fogelberg et Jacob Lind Bendtsen du GEUS pour leur soutien et leur présence à la formation.

Les éditeurs souhaitent enfin exprimer leur gratitude sincère et spécifique à Mme Florence Tchoffo, du Ministère des Mines, de l'Industrie et du Développement Technologique de la République du Cameroun pour son soutien décisif et son professionnalisme, le contact avec les participants, le contact avec les services de l'immigration et bien d'autres responsabilités qui ont été déterminantes pour la réussite de cette formation.

Dr. Nicolas CHARLES
BRGM-Service géologique de la France, Coordinateur-Adjoint de PanAfGeo

Dr. John TYCHSEN
Pour le GEUS-Service géologique du Danemark et du Groenland, Consultant ASSM Consult







1. Comment organiser et développer un site minier artisanal en Afrique Centrale, du Nord et de l'Est francophones ?

Par Dr. Paul KEMENG
Ministère des Mines, de l'Industrie et du Développement Technologique (MINMIDT).

1.1. Défis et enjeux liés à l'organisation du secteur minier artisanal en Afrique de l'Ouest

Conformément à la Vision Minière Africaine (2009), l'exploitation minière artisanale a été identifiée comme une source majeure de subsistance. Le nombre d'africains directement employés dans l'exploitation minière artisanale et à petite échelle (EMAPE) varie entre 3,7 et 8 millions, soit environ 10 à 30 % de la population dépendant de ce secteur. En 2017, le nombre de personnes directement engagées dans le secteur de l'EMAPE était estimé à 40,5 millions (IGF, 2017). L'exploitation minière artisanale au sens strict est effectuée par un personnel utilisant des outils rudimentaires comme des pioches, des pelles, des bêches, des burins et des marteaux. Aujourd'hui, cette activité a évolué vers l'utilisation d'engins de terrassement lourds comme des pelles excavatrices, des bulldozers, des camions et des installations de traitement mécanisées rendant les activités en main-d'œuvre moins intensives et augmentant l'échelle des opérations avec un potentiel socio-économique croissant (Bansah et al., 2016). Il est nécessaire de comprendre la différence entre l'exploitation minière artisanale et l'exploitation artisanale semi-mécanisée.

L'exploitation minière artisanale est un type d'exploitation minière manuelle, à faible niveau technologique, menée à petite échelle, principalement dans les zones rurales des pays en développement. L'exploitation minière artisanale est la plus petite et la plus simple des opérations minières, elle implique l'utilisation d'outils simples avec des techniques élémentaires d'exploitation et de traitement. En revanche, l'exploitation artisanale semi-mécanisée implique l'utilisation de techniques d'exploitation et de traitement de base, comme le forage et le dynamitage, le chargement et le transport mécanisé, le levage et le traitement par concentration gravimétrique et autres techniques similaires (Rupprecht, 2017).

Cette activité est caractérisée par une faible productivité mais reste une source importante de matières premières minérales puisqu'elle représente environ 20 % de l'offre mondiale d'or (Seccatore et al., 2014 ; IGF, 2017), 80 % du saphir mondial. L'artisanat minier et la petite mine représente un secteur de production majeure de minerais technologiques comme la cassitérite et la colombo-tantalite (coltan) avec des productions mondiales d'environ 26 et 25 %, respectivement (IGF, 2017). Le secteur représente en outre 20 % de la production total des substances minérales.

Malgré l'évolution progressive du secteur, l'artisanat minier et la petite mine sont généralement caractérisés par l'absence ou un degré très réduit de mécanisation, un faible niveau de sécurité au travail, l'exploitation de gisements marginaux et très petits non définis qui ne sont pas économiquement exploitables par une exploitation minière mécanisée, une faible productivité, de faibles revenus, l'absence de sécurité sociale, une prise en compte insuffisante des questions environnementales et sociales, et se pratiquent dans l'illégalité (Hentschel et al., 2002 ; Funoh, 2014). Le secteur se caractérise par un faible niveau de technologie et une forte intensité de main-d'œuvre (Kumah et al., 2020). Par ailleurs, la plupart des pays pratiquant l'EMAPE ont des difficultés à suivre et à taxer les minerais extraits par les mineurs artisans.

Il apparaît donc essentiel pour les gouvernements et les organisations internationales d'organiser le secteur afin de minimiser les impacts négatifs et soutenir les retombées économiques. Ce chapitre a pour but de donner des clés permettant d'organiser la gouvernance du secteur de l'EMAPE à travers :

- Identification du cadre juridique régissant ce secteur dans les régions d'Afrique Centrale et du Nord francophones ;
- Identification des différents acteurs et leurs rôles dans un village (site) typique d'exploitation minière artisanale et de la petite mine afin de mieux gérer les impacts sociaux et la production des minerais ;
- Proposition de meilleures pratiques d'exploitation par le biais de la planification minière et la conception des modèles pour améliorer la production et effectuer des opérations minières sécurisées.

1.2. Cadre juridique spécifique à l'exploitation minière artisanale et à la petite échelle

Selon l'IGF (2017), des législations complètes spécifiques à l'EMAPE doivent être élaborées en tenant compte du caractère diversifié de ce secteur dans les pays où le secteur n'est pas réglementé. Concomitamment, dans les pays où l'EMAPE est légale, les réformes de la législation existante devraient donner la priorité à ce secteur pour le développement national. En outre, ces réglementations devraient être suffisamment flexibles pour prendre en considération les questions-clés comme l'octroi de permis, l'accès à la terre, l'égalité des genres, la participation communautaire et les normes environnementales, de sécurité et de travail.

1.2.1. Cameroun

Au Cameroun, la Loi n° 2016/017 du 14 décembre 2016 portant Code minier régit la reconnaissance, l'exploration, l'exploitation, la vente, le transport, la transformation et la commercialisation des substances minérales et distingue deux grands types d'autorisation d'exploitation artisanale : (1) l'autorisation d'exploitation artisanale et

(2) l'autorisation d'exploitation artisanale semi-mécanisée. À cet effet, cinq définitions-clés ont été formulées dans le chapitre 4 de cette loi :

- **Artisan mineur :** personne physique majeure, de nationalité camerounaise, exerçant une activité d'exploitation minière artisanale pour son compte et disposant d'une carte d'artisan mineur ;
- **Artisanat minier :** opération consistant à extraire et à concentrer les substances minérales affleurantes ou sub affleurantes à une profondeur maximale de 10 m et à disposer des produits marchands en utilisant des méthodes et procédés traditionnels ;
- **Autorisation d'exploitation artisanale :** acte juridique qui confère à son titulaire le droit exclusif de mener des travaux d'exploitation artisanale à l'intérieur du périmètre attribué ;
- **Autorisation d'exploitation artisanale semi mécanisée :** acte juridique qui confère à son titulaire le droit exclusif de mener des travaux d'exploitation artisanale semi mécanisée à l'intérieur du périmètre attribué ;
- **Exploitation artisanale semi mécanisée :** exploitation minière réalisée dans le cadre d'une autorisation d'exploitation artisanale semi mécanisée des substances précieuses et semi précieuses qui utilise au plus trois excavateurs (pelles mécaniques), une pelle chargeuse et éventuellement d'autres équipements tels que la machine de lavage du gravier minéralisé ou de concentration des produits miniers, et l'usage des produits chimiques dont le traitement est strictement proscrit.

Il convient aussi de relever que l'exploitation artisanale est réservée aux seules personnes physiques de nationalité camerounaise. Elle est subordonnée à l'obtention d'une carte individuelle d'artisan mineur et d'une l'autorisation d'exploitation artisanale, délivrées dans les conditions et suivant les modalités fixées par voie réglementaire.

L'autorisation d'exploitation artisanale semi mécanisée des substances précieuses et semi précieuses par contre est délivrée par le ministre en charge des Mines pour une durée de deux ans, renouvelable, à toute personne morale de droit camerounais dans les conditions et suivant les modalités fixées par voie réglementaire. L'actionnariat de la personne morale de droit camerounais comporte 51 % au moins des parts.

1.2.2. Gabon

L'artisanat minier au Gabon est régi par la Loi n°037/2018 du 11 juin 2019 portant réglementation du secteur minier en République gabonaise. L'article 4 de cette loi comporte les éléments sur l'artisanat minier et présente les définitions ci-après :

- **Carte d'expert :** autorisation qui se présente sous la forme d'une carte, délivrée pour une substance déterminée aux fins de mener les activités soit

à l'intérieur d'une zone dédiée à l'exploitation minière artisanale, soit sur un périmètre déterminé ;
- **Coopérative minière :** statut conféré par arrêté du ministre en charge des Mines à toute association regroupant des détenteurs d'une carte d'exploitant artisanal ;
- **Exploitation minière artisanale :** toute opération qui consiste à extraire des substances minérales utiles par des méthodes et procédés rudimentaires, manuels, traditionnels ou semi-mécanisés.

Ladite loi stipule que seules les personnes de nationalité gabonaise sont éligibles à l'exploitation minière artisanale, sous réserve du respect des dispositions des textes en vigueur (Art.12). L'autorisation d'exploitation minière artisanale ne constitue pas un titre minier. Elle n'est ni cessible, ni transmissible (Art. 65).

1.2.3. Maroc

Bien que l'Afrique du Nord soit la région la moins documentée en ce qui concerne les activités de l'EMAPE, probablement en raison d'activités très limitées dans la plupart des pays. Le Maroc reste une exception avec environ 40 000 mineurs artisans et à petite échelle. Le secteur marocain de l'EMAPE contribue de manière significative à l'économie avec environ 22,68 millions US$ provenant de la production de barytine, de plomb et de zinc en 2013 (World Bank Group, 2019). Les lois et politiques minières marocaines sont encadrées par :
- Code Minier de 1951, réglementant l'ensemble du secteur minier et mis à jour en 2015 par le Dahir n° 33-13 ;
- Dahir n° 1-60-019 du 11 Joumada II (1960), portant création de la région EMAPE de Tafilalet et Figuig ;
- Dahir n° 5 rejab 160-007 de 1380 (1960), établit les exigences en matière de travail, de sécurité et des exigences de formation en EMAPE.

Bien que le Maroc travaille toujours à l'élaboration d'une législation spécifique et flexible sur l'EMAPE depuis 1960, presque toutes les opérations ont été confinées dans les régions minières de Tafilalet et de Figuig où elles ont été régies par un régime minéral spécial connu sous le nom de « Zone Centrale d'Achat et de Développement de la Région Minière du Tafilalet et de Figuig ».

1.3. Différents acteurs dans un village (site) typique d'exploitation minière artisanale et à petite échelle

Il existe diverses structures organisationnelles en place dans les communautés minières, avec une hiérarchie et des rôles bien définis comme suit :

- **Le Chef de village** qui est l'autorité traditionnelle. Il joue le rôle de transition entre les villageois (mineurs), dans la distribution des espaces pour l'exploitation et dans la résolution des conflits ;
- **Le Chef de chantier** est le propriétaire du site minier et représente l'autorité chargée de la gestion foncière du site. Il est généralement celui qui découvre le site ;
- **Les propriétaires de trous** sont les acheteurs des trous (zone minéralisée) auprès du Chef de chantier. Le paiement se fait en espèces ou en nature (sacs de gravier). Ces derniers achètent le matériel de travail, payent et nourrissent les travailleurs, ce sont les vrais financeurs de toutes activités d'exploitation ;
- **Le Chef de trou coordonne les travaux dans un trou/site sous l'autorité du propriétaire du trou/site ;**
- **Les travailleurs/creuseurs** creusent pour atteindre le niveau graveleux, transportent le gravier du site/trou aux zones de stockage, concassage, broyage et lavage ;
- **Le marabout** joue le rôle d'ordonnateur des sacrifices rituels et assure aux orpailleurs une bonne production, protection spirituelle contre les mauvais esprits et les accidents au chantier ;
- **Les mécaniciens** sont sollicités pour la réparation des motopompes (pompe à eau), pioches, pelles ou d'autres équipements rudimentaires et semi-mécanisés de travail ;
- **Les boutiquiers** sont des commerçants installés sur les chantiers pour assurer le ravitaillement en biens (vente de produits de première nécessité, denrées alimentaires, etc.), et sont aussi les acheteurs d'or ;
- **Les petits collecteurs** sont de petits acheteurs d'or ambulants qui se déplacent d'un chantier à un autre. Ils jouent un grand rôle dans le circuit de commercialisation de l'or. Il existe les petits collecteurs formels et informels. Les petits collecteurs formels sont les agents de terrain des grands bureaux d'achat et sont couverts par les licences desdits bureaux. Quant aux petits collecteurs informels, ils travaillent sans licence d'achat ;
- **Les grands collecteurs (bureau d'achat)** sont les détenteurs de licences d'achat et operateurs des unités de fusion. Ils financent la plupart des chantiers et ravitaillent les petits collecteurs en argent. Ils représentent la porte principale d'exportation des produits miniers issus de l'exploitation artisanale à petite échelle ;
- **Les agences de l'État** sont des structures de l'État mises en place pour encadrer le secteur de la mine artisanale. On peut citer par exemple : l'ex CAPAM (Cadre d'Appui et de Promotion de l'Artisanat Minier), actuellement la SONAMINES au Cameroun ; la CADETAF (Centrale d'Achat et de Développement de la Région Minière du Tafilalet et de Figuig) au Maroc ; le CGCO (Comptoir Gabonais de Collecte de l'Or) au Gabon.

1.4. Planification et conception de la mine

La planification minière est une combinaison de la conception de la mine et du chronogramme des activités minières. L'objectif de la conception de la mine est de créer une mine qui permettra l'exploitation de la réserve d'une manière sûre, économique et respectueuse de l'environnement, tout en s'intéressant à la séquence des opérations et à l'affectation de l'équipement et du personnel pour s'assurer que la séquence prévue et les objectifs de production soient atteints. En d'autres termes, il s'agit du processus consistant à faire sortir le bon matériau (minerai) de la mine au bon moment, au coût le plus bas possible et en réalisant l'objectif commercial de l'entreprise (Tychsen et al., 2011).

Selon Tychsen et al. (2011), certains objectifs directeurs pour une planification efficace des mines comprennent :

- Extraire le meilleur minerai pour générer des revenus le plus tôt possible ;
- Maintenir des paramètres d'exploitation appropriés (largeur du gradin ou de la banquette et voies de transport adéquates) ;
- Maintenir une exposition suffisante du minerai afin de surmonter les erreurs de calcul ou les retards dans le forage et le dynamitage ;
- Différer le décapage aussi longtemps que possible sans contraindre l'équipement, la main d'œuvre ou le calendrier de production ;
- Suivre un échéancier de démarrage logique et réalisable (pour la formation, l'achat de l'équipement et le développement, etc.) qui minimise le risque de retard dans le flux monétaire initial ;
- Maximiser les pentes de la fosse, tout en maintenant une probabilité raisonnablement faible de rupture de pente ;
- Examiner les mérites économiques de divers taux de production et teneurs de coupure ;
- Soumettre le choix privilégié de la méthode, de l'équipement et de la séquence du puits à un plan d'urgence exhaustif avant de procéder au développement.

Voici quelques facteurs-clés à prendre en compte pendant la phase de planification de la mine (Tychsen et al., 2011) :

- Facteurs naturels et géologiques (conditions géologiques, types et teneurs du minerai, conditions hydrologiques, topographie, caractéristiques métallurgiques, climat et variables environnementales du site) ;
- Facteurs sociaux, économiques et politiques (teneur en minerai, tonnage du minerai, taux de décapage, teneur de coupure, coût d'exploitation, coût d'investissement, marge bénéficiaire souhaitée, taux de production, coûts de traitement et/ou de fusion, conditions du marché, démographie et compétences professionnelles de la population locale, situation politique, niveau de sécurité de la localité et législation environnementale) ;

- Facteurs technologiques (équipement, pente de la mine, hauteur du gradin, pente de la route, limites de la propriété, options de transport et limites de la mine).

1.4.1. Facteurs-clés à prendre en compte

Les principaux facteurs techniques à prendre en compte lors de la planification de la mine sont la teneur de coupure, le taux de décapage, la hauteur du gradin, la pente de la fosse et le type d'équipement.

Teneur de coupure

La teneur de coupure désigne la teneur minimale requise pour qu'un minéral ou un métal puisse être exploité (ou traité) de manière économique dans les conditions en vigueur et en dessous de laquelle son exploitation n'est pas viable. En d'autres termes, la teneur de coupure est la teneur à laquelle le coût de l'extraction et du traitement du minerai est égal au prix souhaité du produit minéral extrait du minerai. Il s'agit d'une frontière artificielle qui délimite la minéralisation à faible teneur et le minerai viable sur le plan technico-économique qui peut être exploité à profit (Swapan, 2018).

La teneur de coupure initiale de la mine est estimée au cours d'une étude de faisabilité, mais elle est susceptible d'être modifiée en raison de l'amélioration des connaissances acquises sur le gisement ou de l'évolution des conditions du marché. Pour qu'un bloc soit exploité, il doit payer les coûts d'extraction, de traitement et de commercialisation. La teneur pour laquelle les revenus générés permettront de payer exactement tous ces coûts et de dégager un bénéfice nul est définie comme la teneur de coupure d'équilibre.

Au stade de la planification, tous les coûts directs de l'exploitation minière, du broyage et de la commercialisation doivent être pris en compte. Au stade de l'exploitation minière, les coûts de forage, de dynamitage, de chargement et de transport devraient être utilisés. Au stade du traitement, les coûts devraient inclure le concassage, le transport, le broyage et la concentration (Tychsen et al., 2011).

Taux de décapage

Le taux de décapage ou ratio de décapage désigne la quantité de déchets (ou de déblais) qu'il faut enlever pour libérer une quantité donnée de minerai. C'est un nombre ou un ratio qui exprime la quantité de déchets extraits par unité de minerai (Hustrulid et al., 2013). Cela représente la quantité de matériaux non rentables qui doit être retirée pour découvrir une unité de minerai, c'est-à-dire le rapport entre le nombre de tonnes de déchets retirées et le nombre de tonnes de minerai retirées (Awwad et al., 2020). Par exemple, un ratio de décapage de 4/1 signifie que l'extraction d'une tonne d'un minerai précieux nécessitera l'extraction de quatre tonnes de stériles (Équation 1.1). Notamment, les ratios de décapage ne concernent pas

seulement le volume de matériaux indésirables présents sur un site, ils tiennent également compte des types de matériaux qui doivent être enlevés pour atteindre le minerai et même la qualité du minerai qui sera exploité (Tychsen et al., 2011). La conception de la fosse déterminera également le tonnage de déchets et de minerai qu'elle contient. Le rapport entre les déchets et le minerai donnera le ratio de décapage moyen de la fosse, qui doit être supérieur au ratio de décapage du seuil de rentabilité. Le ratio de décapage maximal admissible (RDmax), utilisé pour déterminer les limites de la fosse, est le suivant (Tychsen, et al., 2011) :

ÉQUATION 1.1 |

$$RD_{max} = \frac{Valeur\ du\ minerai - Coût\ de\ production}{Coût\ \ décapage}$$

Gradin de mine à ciel ouvert

Dans l'exploitation minière à ciel ouvert, les gradins sont conçus pour recueillir les matériaux glissants des gradins supérieurs et arrêter la progression vers le bas des gros morceaux de roche ou des blocs. Ils servent également de surfaces de travail et sont caractérisés par les éléments suivants :

- **Hauteur du gradin** : la distance verticale entre le point le plus haut du gradin (crête) et le point le plus bas du gradin (pied). Elle est influencée par la taille de l'équipement, la sélectivité de l'exploitation, les réglementations gouvernementales et la sécurité ;
- **Plancher du gradin** : surface horizontale du banc ;
- **Façade du gradin : surface verticale du banc** ;
- A**ngle du front (α)** : l'angle moyen que fait le front avec l'horizontale ;
- **Pied** : sommet intérieur formé par l'intersection du front du gradin et du plancher du gradin ;
- **Crête** : sommet extérieur formé par l'intersection du plancher de banquette et de la façade de banquette ;
- **Largeur du gradin ou banquette** : distance entre la crête et le pied, mesurée le long de la surface supérieure ;
- **Mur/talus** : plateau ou rebord horizontal construit dans une paroi inclinée d'une mine ou d'une carrière à ciel ouvert pour protéger le niveau inférieur.

En général, la hauteur du gradin dépend (Tychsen et al., 2011) :

- De la géologie du gisement (sélectivité) ;
- De la stratégie de production (rapport minerai/déchets, exigences de mélange, nombre de fronts de taille, coûts d'exploitation/capital, etc.) ;

- Des considérations relatives à la stabilité des pentes ;
- De la géométrie optimale de l'ensemble de l'équipement/de l'équipement spécifique.

Pente de la mine

C'est l'angle auquel se tient la paroi d'une mine à ciel ouvert ou d'une tranchée, mesuré le long d'un plan imaginaire qui s'étend le long des crêtes des murs ou de la crête de la pente jusqu'à son pied (Figure 1.1). Il est exprimé en degrés par rapport au plan horizontal et permet de déterminer la quantité de déchets à enlever pour extraire le minerai.

- La pente de la mine/fosse est l'un des facteurs qui affectent la taille et la forme de la mine ;
- La résistance de la roche, la présence d'eau, les failles, les joints, etc., sont des facteurs-clés utilisés pour évaluer l'angle de pente approprié, car ils ont tendance à modifier la pente de la fosse en fonction de leurs conditions qui varient d'un endroit à l'autre ;

Il existe trois composantes majeures d'une pente de mine ; la configuration des gradins, la pente inter-talus et la pente globale :

- La configuration du banc est définie par l'angle de front du gradin, la hauteur et la largeur du gradin ;
- L'angle inter-talus est l'angle de pente produit par un certain nombre de gradins. Là où on retrouve des bandes de transport, des niveaux de travail ou d'autres larges gradins ;
- L'angle de pente global est l'angle de la ligne allant du pied à la crête de la fosse. L'angle de pente sera plus plat que l'angle inter-talus.

Une paroi de fosse doit rester stable tant que l'activité minière est entreprise dans cette zone. Cela ne peut être obtenu que par une évaluation correcte de la pente de la fosse. La pente d'une fosse doit être conçue pour être la plus raide possible afin de minimiser le ratio de décapage d'une mine, c'est-à-dire le rapport entre le stérile et le minerai. La pente globale de la fosse utilisée pour la construction de la mine doit être plus plate pour faciliter le système routier dans la fosse ultime. Cela dépendra de la largeur, de la pente et de l'emplacement prévu de la route (Tychsen et al., 2011).

FIGURE 1.1 | RATIO DE DÉCAPAGE (DÉBLAI/GISEMENT) DANS UN TERRAIN PLAT (D'APRÈS AWWAD ET AL., 2020).

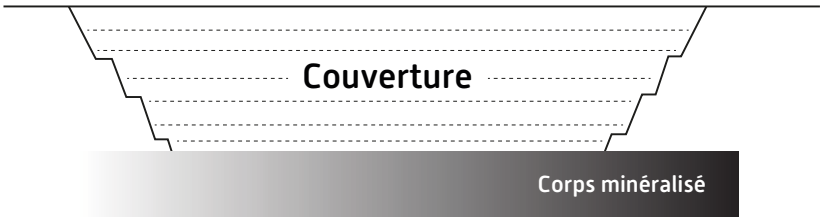
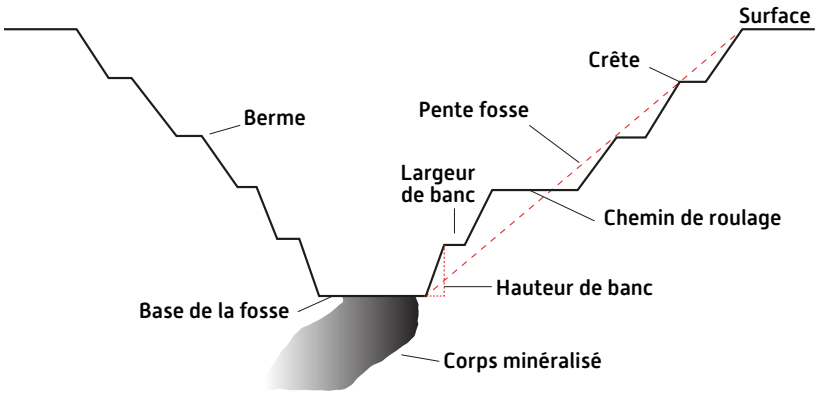


FIGURE 1.2 | PARAMÈTRES D'UNE MINE À CIEL OUVERT (AWWAD ET AL., 2020).



1.4.2. Critères de sélection des équipements dans l'exploitation minière artisanale et à petite échelle

Le choix des équipements miniers pour l'extraction des minéraux et l'enlèvement du déblai est un facteur déterminant pour la viabilité et la rentabilité d'une opération minière (Samanta et al., 2002). La sélection de ces équipements est basée sur les facteurs suivants :

- Paramètres d'exploitation comme le taux de décapage, la hauteur du gradin, la méthode d'exploitation ;
- Caractéristiques techniques, la production et les performances telles que la capacité et la productivité de l'équipement et la manœuvrabilité ;
- Considérations financières comme le coût d'acquisition de l'équipement, le coût d'exploitation de l'équipement et la consommation de carburant ;
- Aspects de maintenabilité comme la facilité d'entretien, les compétences et les connaissances de la main-d'œuvre sur l'équipement, la disponibilité des pièces de rechange et le coût de l'entretien ;
- Disponibilité des réserves, le taux de production, les dispositifs de sécurité et de protection et la facilité d'utilisation.

En général, l'équipement le plus sélectionné est celui qui produira le taux de production régulier requis au moindre coût (Tychsen et al., 2011).

1.4.3. Développement de la mine

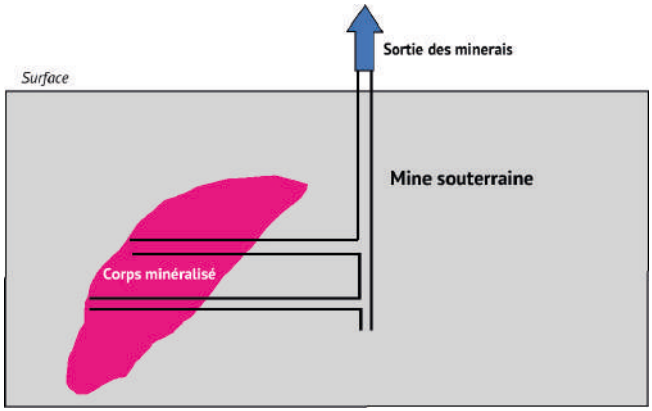
Le développement de la mine désigne le processus de construction d'une installation minière et de l'infrastructure qui la soutient. Ce processus englobe tous les travaux nécessaires pour amener une mine à une production fixée complète. Le processus de développement de la mine couvre l'accès au gisement minéral, permettant l'entrée des mineurs, de l'équipement, des fournitures, de l'électricité, de l'eau, de l'air de ventilation, et des sorties pour le minéral extrait et les déchets produits (Tychsen et al., 2011). Le développement des mines de surface est différent de celui des mines souterraines.

Le développement de la mine de surface implique l'extraction de tout gisement de minerai proche de la surface en utilisant un ou plusieurs gradins horizontaux (Figure 1.3) pour extraire le minerai tout en déchargeant le terrain stérile et les résidus (déchets) dans un site d'élimination spécifié à l'extérieur de la limite finale de la fosse (Awwad et al., 2020). Elle est utilisée lorsque le corps minéralisé est proche de la surface et que peu de déblais (stériles) doivent être enlevés (Harras, 2016). Elle requiert souvent un important capital d'investissement mais permet généralement d'aboutir à une productivité élevée, un faible coût d'exploitation et de bonnes conditions de sécurité (Harras, 2016).

FIGURE 1.3 | MINE D'OR ARTISANALE À CIEL OUVERT. KANA, RÉGION DE L'EST, CAMEROUN (PAUL KEMENG, 2012).



FIGURE 1.4 | SCHÉMA D'UNE MINE ARTISANALE SOUTERRAINE.



Dans le cas de l'exploitation souterraine (Figure 1.4), la planification de la mine est généralement très complexe, car elle est surtout utilisée pour extraire le minerai situé en profondeur, où l'exploitation à ciel ouvert n'est pas économiquement viable. L'entrée dans une mine souterraine à partir de la surface peut se faire par un tunnel horizontal et/ou vertical appelé galerie ou conduit (ou puits) (Figure 1.5). Ces ouvertures principales permettent le passage des travailleurs, des machines, du minerai, des déchets et de l'air.

FIGURE 1.5 | ENTRÉE D'UNE MINE ARTISANALE SOUTERRAINE DANS LA RÉGION DE L'EST DU CAMEROUN (PAUL KEMENG, 2014).



1.4.4. Séquence de mise en valeur de la mine

Tychsen et al. (2011) fournissent une liste d'étapes à réaliser au cours du développement du site pour les mines de surface et souterraine après l'acquisition des terrains et des droits miniers :

- L'adoption du rapport de faisabilité comme document de planification susceptible d'être modifié au fur et à mesure que le projet est développé et exploité. Cette étude identifie les aspects majeurs comme la teneur de coupure et le taux de décapage du gisement ;
- La confirmation des méthodes d'exploitation et de la séquence générale d'exploitation, y compris le choix initial des types d'équipement et de la taille de la main-d'œuvre. La méthode d'exploitation minière est convenue en fonction de la profondeur et de l'inclinaison du corps minéralisé ;
- La mise en place d'un financement basé sur la confirmation des réserves minérales et des estimations de coûts par des experts indépendants ;

- La construction d'une usine de traitement des minéraux, si nécessaire, et des installations de manutention et d'expédition des minéraux, ainsi que la préparation des sites de stockage et d'élimination des déchets. Ces installations doivent être situées dans des zones qui ne perturberont en aucune façon les activités d'extraction minière ;
- L'acquisition d'équipements miniers pour le développement et l'exploitation ;
- La construction d'une ouverture principale vers le corps minéral dans le cas d'une exploitation souterraine ou d'un décapage avancé dans le cas d'une exploitation à ciel ouvert afin de fournir un accès direct à la zone minéralisée.

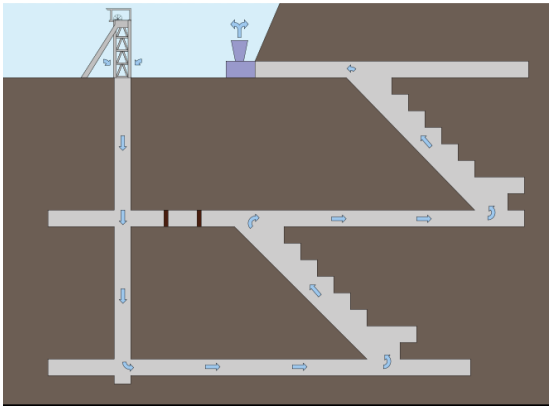
1.4.5. Ventilation de la mine

Des systèmes de ventilation de la mine sont mis en place pour (Pilcher, 2019) :

- Fournir de l'air frais respirable aux travailleurs dans la mine souterraine ;
- Contrôler la température et l'humidité dans les mines souterraines ;
- Protéger le mineur en diluant et en éliminant la poussière et les gaz dangereux (ex. NOx, SO2, méthane, CO2 et CO) ;
- Diluer le méthane à des concentrations non explosives en fournissant des quantités suffisantes d'air frais par soufflage ;
- Évacuer l'air pollué et les gaz de la mine.

La Figure 1.6 montre que l'air frais est souvent introduit dans les mines par le conduit principal pour remplacer l'air vicié par la présence de gaz et de poussières qui sont évacués par le conduit de ventilation. Le système d'aération dans la mine souterraine consiste à aspirer ou à refouler l'air dans la mine à travers des ventilateurs ou des aspirateurs de grand capacité (ventilation primaire) puis à la circulation de l'air dans la mine à l'aide des ventubes et des ventilateurs (aération secondaire).

FIGURE 1.6 | ILLUSTRATION DU SYSTÈME DE VENTILATION D'UNE MINE SOUTERRAINE (D'APRÈS 911 METALLURGIST).



Pour obtenir une circulation d'air suffisante dans les travaux souterrains, une différence de pression est souvent établie pour surmonter la résistance de la mine au flux d'air.

Pour les EMAPE souterraines, cela est réalisé par la pression de ventilation naturelle en raison de la différence de poids des colonnes d'air dans les deux conduits (Tychsen et al., 2011).

Dans les mines à grande échelle, un ventilateur d'extraction est souvent installé au-dessus du collet du conduit de ventilation. L'air entre dans la mine depuis la surface par un ou plusieurs conduits descendants, galeries, puits ou autres ouvrages depuis la surface. L'air est distribué dans la mine par des rampes et des élévateurs de ventilation internes, et les flux sont contrôlés par des régulateurs et des éventails de ventilation montés en permanence. Il circule le long des voies d'admission jusqu'aux zones de travail où la majorité des polluants sont ajoutés à l'air. Un système de ventilation auxiliaire prélève l'air du système de circulation et le distribue dans les galeries de la mine par le biais de ventilateurs, de tubes et de conduits en tissu jetable ou en acier montés temporairement. Les systèmes de ventilateurs et de conduits connexes peuvent être soit des systèmes de forçage, où l'air frais est poussé dans la partie supérieure de la mine, soit des systèmes d'évacuation qui aspirent l'air contaminé (Chilumba, 2016).

1.4.6. Exploitation de la mine

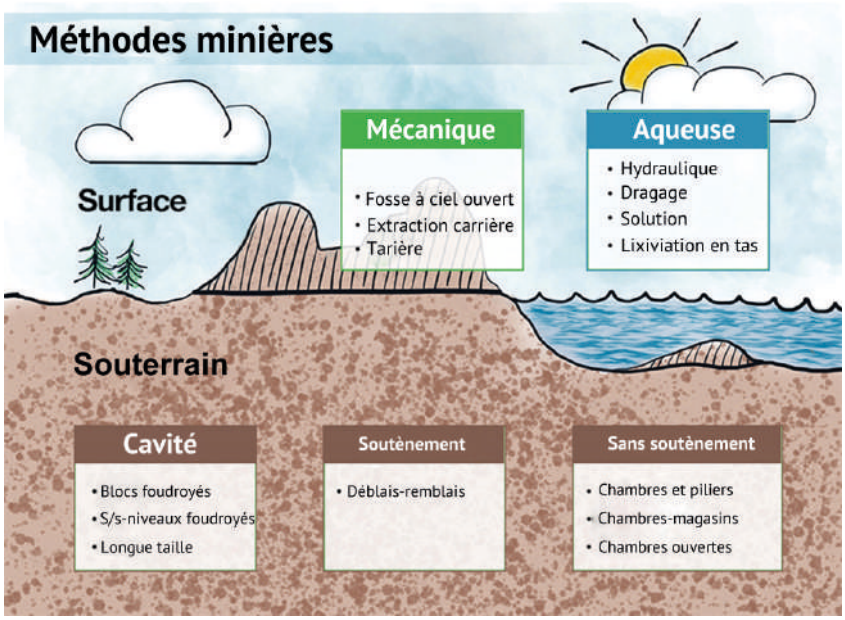
Cette phase consiste à extraire du sous-sol des minéraux ou d'autres matériaux géologiques ayant une valeur économique. Il peut s'agir d'un corps minéralisé, d'un filon, d'une veine, d'un récif ou d'un dépôt alluvial (Balasubramanian, 2016).Il existe trois grandes catégories de facteurs à prendre en compte avant le lancement d'un projet minier :

- Emplacement : selon l'emplacement de la mine, les mineurs peuvent rencontrer des difficultés pour transporter les machines et autres matériaux utiles jusqu'à la zone minière. En outre, si une mine est située dans une région extrêmement aride, le manque d'eau peut constituer un obstacle majeur au traitement des minéraux ;
- Naturelles et géologiques : les caractéristiques du corps minéralisé comme la profondeur, la taille, la forme et l'attitude auront un impact majeur sur le type de méthode d'exploitation à utiliser. De même, les propriétés mécaniques des matériaux environnants détermineront le type de dispositif à utiliser pendant l'exploitation ;
- Socio-économique : la situation existante des marchés boursiers aura un impact sur la facilité ou la difficulté à lever des capitaux.

Les méthodes utilisées pour l'extraction des minéraux sont classées en deux grandes catégories (Figure 1.7) : l'exploitation à ciel ouvert et la mine souterraine.

L'exploitation à ciel ouvert comprend les méthodes d'exploitation en fosse ou par découverture. Elle comprend les méthodes d'excavation mécanique, le dragage, l'exploitation hydraulique et l'exploitation par dissolution. L'exploitation minière souterraine comprend de nombreuses méthodes : chambres et piliers, chambres-magasins, foudroyage par sous-niveaux abattus, etc. Dans le secteur de l'EMAPE, les méthodes d'exploitation minière les plus courantes et générales utilisées sont présentées dans le Tableau 1.1.

FIGURE 1.7 | MÉTHODES D'EXPLOITATION MINIÈRE - SURFACE ET SOUTERRAINE (KOHLER, ABC 123 TESTING SITE / COURSE).



Exploitation de surface

L'exploitation minière de surface est une forme d'exploitation minière pour laquelle des terrains (sol, roche, latérite, etc.) recouvrant le gisement peuvent être retirés (découverture). Elle est essentiellement employée lorsque des gisements économiquement viables se trouvent proches de la surface (Harraz, 2011). Les méthodes comprennent l'exploitation minière en terrasse, par bandes et à ciel ouvert peu profond, et sont employées pour exploiter des dépôts alluviaux, colluviaux et éluviaux typiques, dont la section transversale verticale est constituée de végétation, de déblais, de graviers contenant des minéraux/métaux et/ou de la roche-mère

sous-jacente (Quaicoe, 2017). L'exploitation minière de surface est généralement la forme d'exploitation la plus facile pour les mineurs artisans, car le minerai d'intérêt affleure ou est très proche de la surface, ce qui nécessite moins d'efforts pour y accéder et, dans une certaine mesure, engendre un risque réduit pour les mineurs (Rupprecht, 2017).

Pour le secteur de l'EMAPE, Rupprecht (2017) propose une méthode viable d'exploitation minière en gradins qui utilise à la fois l'exploitation manuelle et des machines mobiles, offrant ainsi des emplois à la communauté locale tout en constituant une méthode d'exploitation sûre et productive.

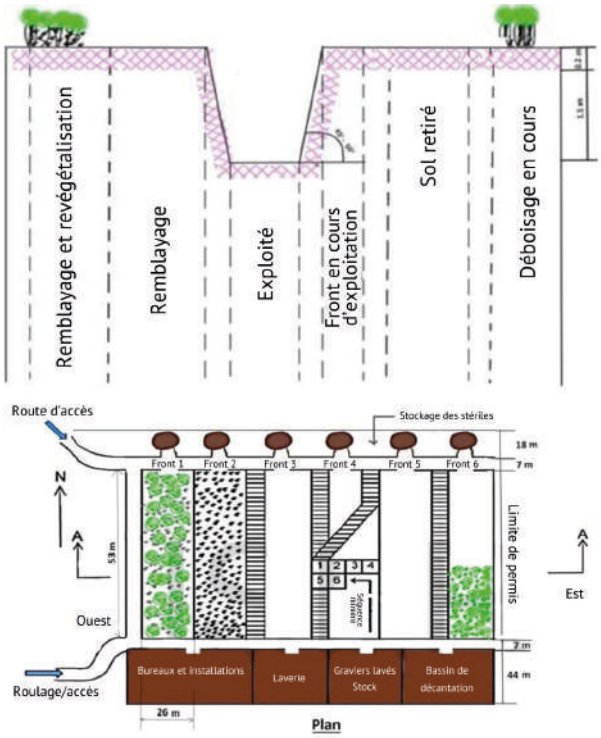
L'exploitation par gradins est une méthode d'exploitation à ciel ouvert où l'extraction d'un gisement de minerai proche de la surface se fait à l'aide d'un ou plusieurs gradins horizontaux pour extraire le minerai tout en déchargeant les déblais et les résidus (déchets) dans un site d'élimination spécifié à l'extérieur de la limite finale de la fosse (Rupprecht, 2017 ; Awwad et al., 2020). La profondeur de la fosse est augmentée en retirant du matériau sur les gradins successifs tout en respectant les paramètres de l'exploitation à ciel ouvert, comme la hauteur et la largeur des gradins, afin de garantir une sécurité maximale.

Selon Salati et al. (2016), les opérateurs responsables de l'EMAPE peuvent utiliser la disposition et la méthode d'exploitation minière à ciel ouvert illustrées par la Figure 1.8. Les travaux commencent par la délimitation et le défrichage de la végétation, suivis par l'exploitation minière par bandes qui commence d'une extrémité vers l'autre. La délimitation se fait en panneaux/sections (panneau 1 à panneau 6) :

- Du panneau 1, les déblais sont enlevés et déversés dans la zone de stockage des déblais en vue d'une utilisation future pour la réhabilitation. Le gravier minéralisé du panneau 1 est également enlevé, lavé et les déchets sont ramenés dans le panneau 1 ;
- Les déblais du panneau 2 sont ensuite utilisés pour recouvrir le gravier du panneau 1. Le gravier du panneau 2 est également enlevé, lavé et retourné ;
- Les déblais du panneau 3 sont enlevés et placés sur le gravier lavé du panneau 2, donnant ainsi accès au gravier minéralisé du panneau 3 qui est ensuite enlevé, lavé et les déchets renvoyés ;
- Les déblais du panneau 4 sont ensuite utilisés pour recouvrir le gravier lavé du panneau 3.

Ce processus se poursuit jusqu'à ce que le gravier du panneau 6 qui a été enlevé, lavé et repris pour remplir le panneau soit ensuite recouvert des déblais du panneau 1. À la fin, le gravier minéralisé extrait de chaque panneau est transporté jusqu'à l'écluse par la voie d'accès, puis lavé et retourné avant d'être recouvert par les déblais du panneau suivant.

FIGURE 1.8 | MÉTHODE D'EXTRACTION PAR BANDES PROPOSÉE POUR LES GISEMENTS ALLUVIAUX (D'APRÈS SALATI ET AL., 2016).



Méthodes d'exploitation minière souterraine

L'application des méthodes d'exploitation minière souterraine dans l'EMAPE est caractérisée par des ouvertures par galeries, descenderies ou par puits verticaux (Figures 1.9 et 1.10). Elle est surtout utilisée pour exploiter les gisements dans les terrains vallonnés ou de plaines qui s'étendent au-delà de la profondeur de travail non rentable pour une exploitation à ciel ouvert (Quaicoe, 2017). Elle se fait soit par niveaux au travers d'une petite galerie, avec des paramètres proposés pour l'EMAPE basés sur des facteurs géotechniques, de sécurité et de réglementation comme suit (Salati et al., 2016) :

- Profondeur de travail maximale de 50 m ;
- Distance inter-niveaux de 10 m ;
- Angle de pente de la galerie de 5° ;
- Diamètre entre les niveaux de 2 à 2,5 m ;
- Diamètre du puits/de la galerie de 2 à 2,5 m.

FIGURE 1.9 | PROPOSITION D'EXPLOITATION SOUTERRAINE POUR L'EMAPE EN UTILISANT LA MÉTHODE DES GALERIES.

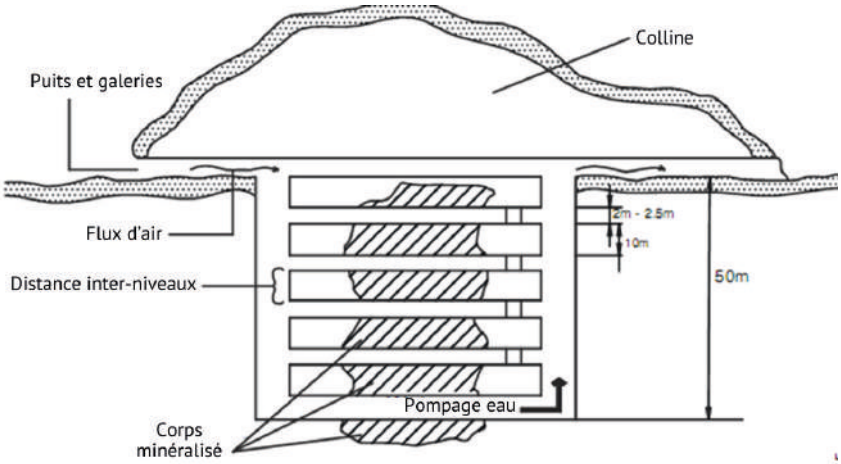
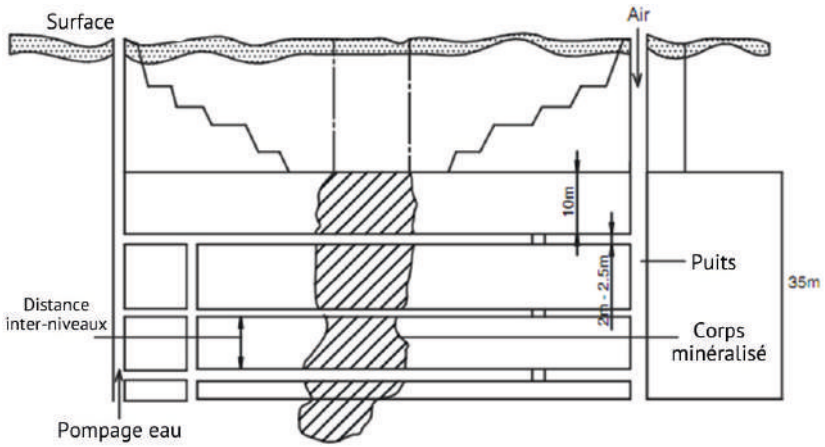


FIGURE 1.10 | PROPOSITION D'EXPLOITATION MINIÈRE SOUTERRAINE POUR L'EMAPE UTILISANT L'OUVERTURE DE CONDUITS VERTICAUX.



Directives et procédures pour le choix des méthodes d'exploitation minière
La méthode d'exploitation choisie est déterminée principalement par les caractéristiques du gisement et les limites imposées par la sécurité, la technologie, les enjeux environnementaux et l'économie (Balasubramanian, 2016). Bogdanovic et al. (2012) classent ces facteurs en trois groupes principaux détaillés ci-après.

Facteurs géologiques
À savoir la puissance de la zone minéralisée, la géométrie, le pendage, la profondeur sous la surface, la répartition des teneurs, la qualité de la ressource (pétrographie et composition chimique), la résistance des roches environnantes.

Facteurs techniques
À savoir la productivité annuelle, l'équipement utilisé, les considérations environnementales (pendant et après l'exploitation), la récupération de la mine, la flexibilité des méthodes, les machines et le taux d'exploitation.

Facteurs économiques
Les facteurs économiques sont étroitement liés au taux de découverture (K). Lorsque K devient grand, le coût d'exploitation à ciel ouvert devient supérieur au coût d'exploitation en souterrain et le choix d'exploitation en souterrain s'impose. Ces facteurs comprennent le coût d'investissement, le coût d'exploitation, le tonnage de minerai exploitable, les teneurs des corps minéralisés et la valeur minérale, les exigences et les coûts de réhabilitation et de restauration.

En outre, Nilsson (1992) dans Bakhtavar et al. (2007), recommande les critères suivants pour passer d'une méthode d'exploitation minière de surface à une méthode d'exploitation minière souterraine :

- Dans un gisement horizontal enfoui, le gisement est normalement exploité de manière optimale soit par une méthode de surface, soit par une méthode souterraine, mais pas les deux ;
- Dans le cas d'un filon ou d'un gisement massif à fort pendage qui affleure à la surface et s'étend en profondeur, la stratégie optimale consiste souvent à exploiter d'abord par des méthodes de surface, puis à passer à une méthode souterraine ;
- Le point où l'exploitation à ciel ouvert doit être remplacée par une exploitation souterraine est normalement obtenu lorsque le coût de l'exploitation à ciel ouvert atteint celui de l'exploitation souterraine, si les taux de production de minerai ne changent pas à ce moment-là ;
- Lorsque la production de minerai change lors du passage de l'exploitation à ciel ouvert à l'exploitation souterraine, le point de basculement doit être atteint en raison de la maximisation de la valeur actuelle nette du bénéfice sur le gisement.

L'exploitation de surface est généralement considérée comme plus avantageuse que l'exploitation souterraine en termes de récupération, de contrôle de la teneur, d'économie, de flexibilité, de sécurité et d'environnement de travail (Bakhtavar et al., 2007). Cependant, des comparaisons de coûts doivent être appliquées pour décider de la méthode d'exploitation à utiliser pour un gisement horizontal enfoui. Dans le cas d'un gisement de minerai à fort pendage qui s'étend en profondeur, une analyse approfondie du point optimal de passage des méthodes d'exploitation de surface aux méthodes d'exploitation souterraine devrait être utilisée. Indépendamment, les éléments socio-économiques et environnementaux devraient faire partie intégrante de la décision finale sur la méthode d'exploitation minière à employer pour un gisement donné (Quaicoe, 2017).

1.4.7. Réhabilitation

La réhabilitation d'un site minier est le processus de restauration d'un terrain qui a été exploité pour le remettre dans un état naturel ou économiquement utilisable. En d'autres termes, la réhabilitation consiste à couvrir/remplir les trous et les vides laissés après l'extraction d'or, de diamants, etc., et à replanter de la végétation dans les zones où des activités minières ont eu lieu (ministère des Mines et de l'Énergie du Libéria). Bien que le processus de réhabilitation des sites miniers ait lieu pendant l'exploitation et à la fin de la phase d'exploitation, la planification des activités de restauration et réhabilitation des sites miniers se fait avant le début de l'exploitation.

Pour les opérations minières souterraines, les travaux d'EMAPE se terminent à une limite verticale de 50 m et le plan de fermeture nécessaire est initié. Pour les opérations minières de surface, la réhabilitation consiste au remplissage des zones exploitées avec des matériaux de recouvrement après l'achèvement des activités minières afin de prévenir les inondations, les pertes humaines et animales, et de promouvoir la végétation naturelle (Quaicoe, 2017). La réhabilitation peut être progressive ou frugale.

La réhabilitation progressive fait référence à la réhabilitation des zones exploitées ou excédentaires pendant que les opérations d'extraction se poursuivent.

La réhabilitation frugale est une approche pour réhabiliter et restaurer les terres dégradées par les activités de l'EMAPE qui est définie comme étant économiquement abordable, socialement acceptable et écologiquement viable.

1.5. Références

911 Metallurgist. Underground mine ventilation.

Awwad H.A, Rami O.A, Hani M.A., 2020. Open Pit Mining. Mining Techniques - Past, Present and Future. DOI: http://dx.doi.org/10.5772/intechopen.92208.

Balasubramanian A., 2016. An overview of mining methods. Centre for Advanced Studies in Earth Science, University of Mysore, Mysore.

Bansah K.J., Sakyi-Addo G.B., Dumakor-Dupey N.K., 2016. The contribution of Artisanal and Small-Scale Mining to local community development. ICANM2016 PROCEEDINGS, August 1-3, 2016, Montréal, Canada.

Bogdanovic D., Nikolic D., Ilic I., 2012. Mining method selection by integrated AHP and PROMETHEE method. Annals of the Brazilian Academy of Sciences 84(1), 219-233.

Bullivant D.A., 1987. Current Surface Mining Techniques. Journal for the Transportation of Materials in Bulk: Bulk Solids Handling 7(6), 827-833.

Chilumba C.F., 2016. Mufulira Deeps Ventilation Project. Mopani Copper Mines Plc, Mine Training School. University of Zambia, School of Mines, 83 p.

Funoh K.N., 2014. The impacts of artisanal gold mining on local livelihoods and the environment in the forested areas of Cameroon. Working Paper 150. Bogor, Indonesia: CIFOR.

Hentschel T., Hruschka F., Priester M., 2002. Global report on artisanal and small-scale mining. London: IIED and WBCSD MMSD.

Intergovernmental Forum on Mining, Minerals, Metals and Sustainable Development (IGF), 2017. Global Trends in Artisanal and Small-Scale Mining (ASM): A review of key numbers and issues. Winnipeg: IISD.

Kohler J., Module 3. Prospection and Exploration. The concept of a Cutoff Grad. Testing site/Course. John and Willie Leone Family Department of Energy Mineral Engineering. The Pennsylvania State University. Lesson 4.3: Mining Methods | ABC 123: Testing Site / Course (psu.edu).

Kumah C., Hilson G., Quaicoe I., 2020. Poverty, adaptation and vulnerability: An assessment of women's work in Ghana's artisanal gold mining sector. Area 52, 617-625. https://doi.org/10.1111/area.12639.

Ministry of Mines and Energy, Liberia: Handbook for Artisanal and Small-Scale Miners, Working safely and protecting people and the environment.

Nilsson D., 1992. Surface vs. underground methods. Section 23.2 of SME Mining Engineering Handbook, Hartman H.L. (Ed.), 2058-2068. In Bakhtavar E., Shahriar K., Oraee K., 2008. Effective factors investigation in choice between surface and underground mining. International Scientific Conference SGEM 2007.

Pilcher R.C., 2019. Mine ventilation best practices and regulations in the USA. Workshop on best practices in coal mine methane capture and utilization. 12 June 2019, Dnipro, Ukraine.

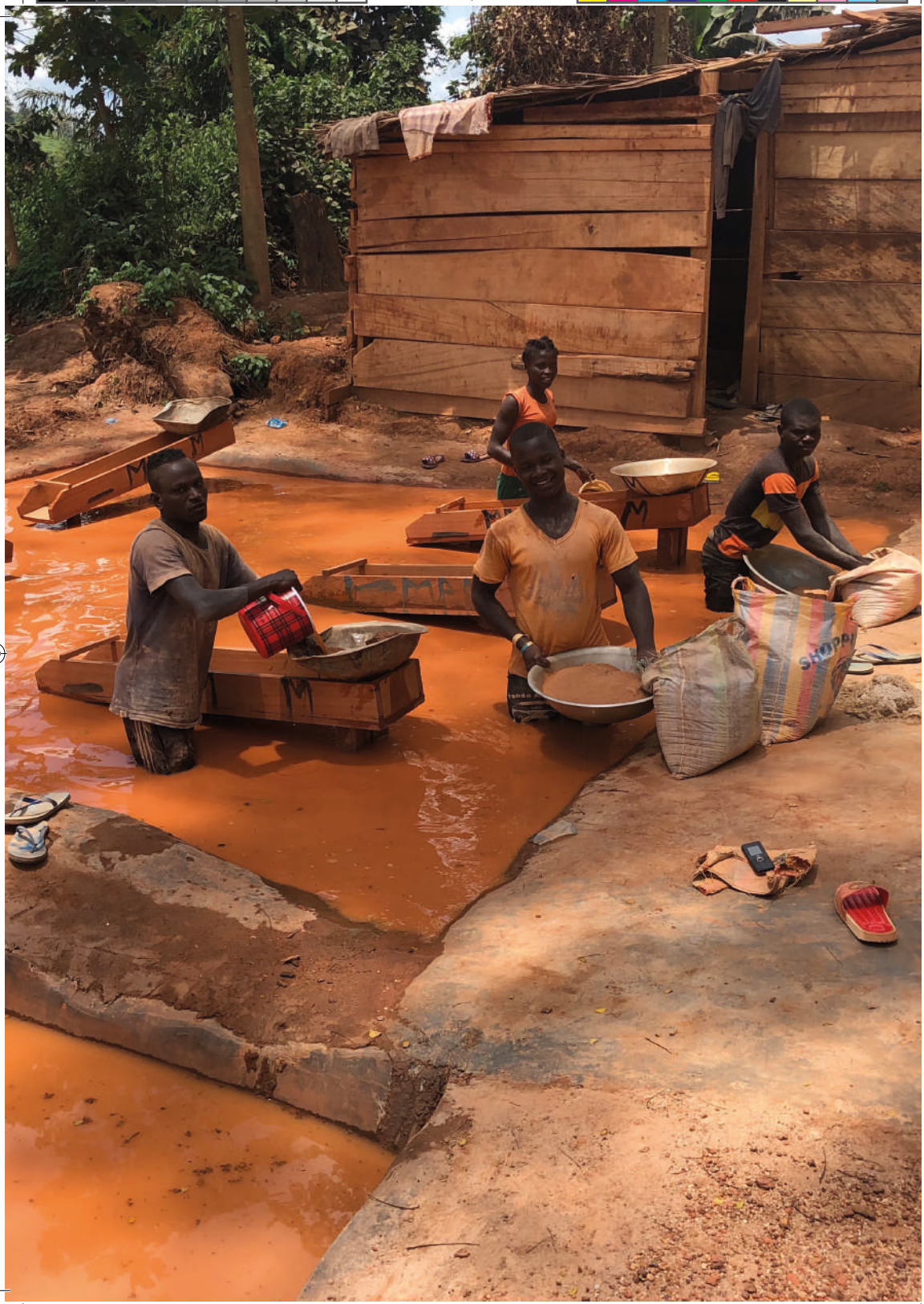
Quaicoe I., 2017. Organising and developing an ASM mining site. In: Tychsen J., Boamah D., Ahadjie J., Sandow Ali M., Alidu S., Awuah P., Quaicoe I., Amankwah R., Fobil J., Nyame F., Davis E., 2017. ASM Handbook for Ghana. Geological Survey of Denmark and Greenland (GEUS), 160 p.

Rupprecht S.M., 2017. Bench mining utilizing manual labour and mechanized equipment - A proposed mining method for artisanal small-scale mining in Central Africa. Journal of South African Institute of Mining and metallurgy 117.

Samanta B., Sarkar B., Mukherjee S.K., 2002. Selection of opencast mining equipment by multi criteria decision-making process. Transactions of the Institution of Mining and Metallurgy, Section A: Mining Technology 307, A89-158.

Seccatore J., Veiga M., Origliasso C., Marin T., De Tomi G., 2014. An estimation of the artisanal and small-scale production of gold in the world. Science of the Total Environment 496, 662-667.

Swapan K.H., 2018. Mineral Exploration Principles and Applications. Second edition.



2. Extraction minière artisanale en Afrique Centrale et du Nord francophones : impacts sociaux, enjeux sanitaires et sécuritaires

Par Balbine Pascaline MAKANI OMGBA
Présidente de l'Association des Femmes du secteur Minier du Cameroun (AFEMIC).
Présidente de l'Association des Femmes du secteur Minier en Afrique (AWIMA).

2.1. Introduction

Les Exploitations Minières Artisanales et à Petites Échelles (EMAPE) sont d'une importance capitale pour les économies des pays d'Afrique Centrale et du Nord francophones. Plusieurs millions de personnes y trouvent leur pain quotidien, les estimations font état de : 100 000 au Cameroun, 250 000 en République Centrafricaine, plus de 2 000 000 en République Démocratique du Congo (RDC), 50 000 au Congo, 20 000 au Gabon, de façon marginale en Algérie, et 5 000 au Maroc. Pour ne prendre que quelques exemples : toute la production minière du Cameroun est faite de manière artisanale. Depuis la crise de 2013, la production minière en République Centrafricaine se fait exclusivement de manière artisanale ou à petite échelle, les compagnies industrielles ayant toutes quitté le pays. Selon certaines estimations, la production artisanale représenterait la majorité de la production minière exportée par la RDC (BM, 2020). Elle reste cependant très marginale dans les pays d'Afrique du Nord francophone.

Les EMAPE sont la plupart du temps informelles et utilisent en majorité des équipements rudimentaires (pelles, pioches, barres à mine et motopompes) et depuis peu des équipements mécanisés comme les pelles excavatrices et les machines de lavage.

Les méthodes, techniques d'extraction et de traitement sont fonction du type de minéralisation et de gisement (alluvial, éluvial, filonien ou sur roches primaires). L'artisanat minier concerne de multiples substances (or, diamant, saphir, coltan, étain, barytine, plomb, rutile, disthène, les granulats et les roches ornementales et de construction comme le quartzite, le marbre ou encore le granite).

Ces techniques et méthodes ne sont pas sans conséquences sur l'environnement et la santé. Malgré son importance dans les milieux ruraux, en termes de réduction du chômage des jeunes et de compléments de revenus pour les ménages, les EMAPE restent associées à de nombreux impacts sociaux (insécurité alimentaire et économique, prostitution et violence basée sur le genre, décrochage scolaire) et entraînent de nombreux problèmes sanitaires, d'hygiène et de sécurité.

2.2. Importance de l'EMAPE en Afrique Centrale et du Nord francophones

L'artisanat minier est pratiqué dans tous les pays d'Afrique Centrale et du Nord francophones, surtout dans les zones rurales par des artisans n'ayant reçu aucune formation et sans matériels de production. L'activité est le plus souvent anarchique et se pratique de façon informelle.

Malgré l'absence de statistiques fiables, 2 à 5 millions de personnes sont directement impliquées dans l'artisanat minier en Afrique Centrale et du Nord francophones, et près de 10 millions en bénéficient de manière indirecte.Le nombre de personnes impliquées croître régulièrement en raison de l'augmentation des prix induite par la forte demande de substances précieuses par les pays émergents (ex. Inde, Chine).

L'artisanat minier joue donc un rôle significatif dans le développement socio-économique des pays en réduisant notamment la pauvreté en milieu rural, l'exode rural, tout en assurant un revenu complémentaire aux familles et contribue à l'économie nationale. Malgré son caractère anarchique et informel, l'artisanat minier est un vecteur important de flux financiers, au niveau national, local et familial. Au niveau familial et individuel, l'exploitation minière artisanale contribue à améliorer le niveau de vie par l'accroissement des revenus. Au niveau local, c'est par le reversement d'une partie de la taxe Ad Valorem, l'accroissement des recettes, et la multiplication des activités commerciales. Au niveau de l'État, c'est par l'accroissement des recettes, la diversification des sources de revenus, et le renforcement des réserves d'or (devises).

2.3. Techniques et méthodes d'exploitation

Les techniques et méthodes d'exploitation varient selon les cibles, qui peuvent être de plusieurs ordres (primaires, alluvionnaires et éluvionnaires). Les alluvions sont des matériaux détritiques (démantèlement mécanique) déposés par l'eau après un transport plus ou moins long. Les éluvions quant à eux sont des matériaux détritiques qui n'ont pas ou peu subi de transport. Les cibles primaires sont composées de roches dures ou de filons. Quel que soit la cible, les minéraux usuellement exploités en Afrique Centrale et du Nord francophones sont soit des métaux précieux (or, platine), des oxydes (rutile, ilménite, cassitérite, colombo-tantalite (coltan)), des pierres précieuses et semi-précieuses (diamant, saphir, grenat, rubis), des minéraux industriels (disthène, zircon, feldspath) et des matériaux (quartzite, granite et marbre). Les techniques et méthodes qui sont décrites plus bas tiennent compte de la cible et des minéraux à exploiter.

2.3.1. Méthodes d'extraction

Indépendamment des cibles, les travaux préparatoires sont nécessaires avant toute exploitation :

- Préparation des voies d'accès (piste, route, pont, bac, etc.) ;
- Défrichement de l'emplacement des campements et du site d'exploitation.

L'extraction des minerais peut se faire à ciel ouvert ou de façon souterraine par des tunnels et des galeries. L'exploitation minière artisanale est une succession d'étapes qui vont de la préparation du terrain pour l'extraction, à la consommation de la substance minière utile.

Défrichement

Phase préparatoire à l'exploitation, elle consiste à nettoyer le lieu d'exploitation du couvert végétal (Figure 2.1).

FIGURE 2.1 | LE DÉFRICHEMENT, PHASE PRÉPARATOIRE À L'EXPLOITATION MINIÈRE, ICI À KAMBÉLÉ, BATOURI, EST-CAMEROUN (CAPAM, 2016).



Creusage

Le creusage (Figure 2.2) se fait à l'aide d'équipements rudimentaires (pelle, pioche, barre à mine) et/ou de pelles mécanique (pelle excavatrice). Les puits dépassant 3 m de profondeur seront de forme circulaire ou rectangulaire avec un ou plusieurs paliers de protection (gradins) permettant de minimiser les risques d'éboulement. Un platelage de protection doit couvrir au moins un tiers de la section du puits. Lorsque le terrain est bon, et ne nécessite pas de boisage, il est préférable de creuser des puits circulaires, la tenue du terrain étant meilleure.

FIGURE 2.2 | CREUSAGE MÉCANIQUE (A) À COLOMINE. (B) CREUSAGE MANUEL À GARIGOMBO, EST-CAMEROUN (PASCALINE, 2022).



Entassement des déblais

Le stérile est rejeté d'un côté et à une certaine distance du bord du puits (danger de retombée des matériaux dans le puits), le gravier de l'autre (Figure 2.3). Pour les puits alluvionnaires, les 10 à 15 cm au-dessus du lit rocheux (bedrock) sont également à recueillir et à ajouter au gravier. Au cas où le gravier forme plusieurs couches superposées, il faut s'assurer avec une canne à sonder que le niveau pris pour le lit rocheux ne soit pas, en réalité, un « faux lit rocheux ».

FIGURE 2.3 | ENTASSEMENT DE DÉBLAIS, BOULE D'OR À MIMTOM, SUD-CAMEROUN, (CAPAM, 2008).



Exhaure

L'exhaure est la purge de l'eau des trous de mines et leur déversement en dehors. L'eau doit être évacuée du côté de la pente naturelle du terrain de manière à ce qu'elle ne revienne pas par infiltration dans le puits. L'exhaure est effectuée de préférence au moyen d'une pompe (motopompe) dont la capacité doit être adaptée aux venues d'eau. L'eau évacuée contient toujours de la boue en suspension, de sorte qu'elle embourbe très rapidement les zones d'épandage. C'est pour cette raison qu'on exploite toujours de l'aval vers l'amont.

Extraction du minerai : abattage

L'abattage est l'opération de récupération du minerai brut :

- L'abattage manuel se fait à l'aide d'équipements classiques : pioche, pelle, etc., mais aussi à la barre à mine. L'abattage se fait de l'aval vers l'amont, en général par tranchées perpendiculaires à l'axe du cours d'eau. On travaille toujours à pied sec.
- L'abattage mécanique se fait à l'aide d'engins classiques de terrassement : bull-dozer, pelle mécanique, scraper, dragline, etc.

2.3.2. Transport du minerai

Le transport concerne le convoyage du minerai brut depuis le lieu d'extraction vers le lieu de traitement. Le minerai brut est transporté au moyen de brouettes, bassines, motocycles, etc., à défaut de véhicules modernes (Figure 2.4). Un tour de transport de minerais en motocycle revient à 2 000 FCFA sur les sites miniers de la région de l'Est du Cameroun (ex. Batouri, Bétaré-Oya, Colomine).

FIGURE 2.4 | EXEMPLE DE TRANSPORT DU MINERAI PAR MOTOCYCLE SUR UN SITE ARTISANAL AU CAMEROUN (AFEMIC, 2020).



2.3.3. Traitement du minerai

Concassage

Cette opération est effectuée grâce à des concasseurs. Dans les zones d'exploitation artisanale d'or, le concassage est réalisé à l'aide d'un pilon en fer et d'un mortier en pierre (Figure 2.5). Il est question de diminuer par étapes successives la granulométrie (blocs, galets, graviers).

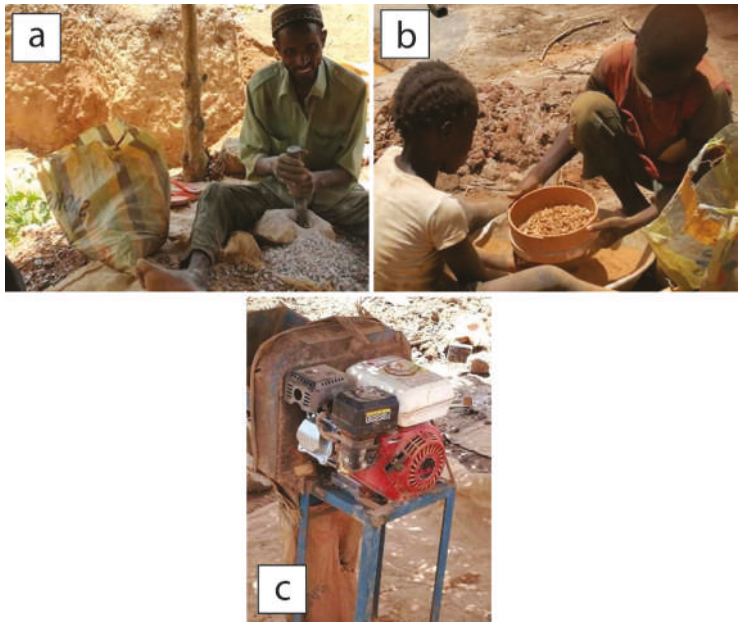
Broyage

Pour l'exploitation des cibles primaires, le matériau doit être préalablement broyé (à l'aide d'un concasseur ou d'un broyeur) pour ensuite subir la procédure de traitement du gravier.

Tamisage

Le tamisage permet le classement granulométrique du matériau pour ne retenir que la fraction inférieure à 5 mm (Figure 2.5). C'est dans cette fraction que se retrouvent les minéraux lourds recherchés. Le tamisage du gravier s'effectue sur un tamis avec une maille de 5 mm, placé au-dessus d'un plan d'eau, d'une bassine ou d'un bac de chargement. Cette opération doit être très soignée. Les sur-tamis rejetés sont rapidement examinés et en cas de minéralisations visibles, ces dernières sont récupérées.

FIGURE 2.5 | CONCASSAGE (A), TAMISAGE (B) ET BROYAGE (C) (PASCALINE, 2016).



Lavage et concentration du minerai

C'est l'opération qui transforme un minerai brut en un minerai concentré (ou minerai marchand) ayant une valeur carreau-mine. Le lavage et la concentration du minerai s'opèrent suivant plusieurs procédés : manuel, mécanique et/ou chimique.

Le procédé manuel commence par le débourbage qui consiste à soumettre le gravier à un courant d'eau en le malaxant avec la main. Les parties argileuses s'en vont avec le courant d'eau. On arrête l'opération quand l'eau est redevenue à peu près claire. Les outils utilisés pour cette opération sont : batée, pan, pirogue, long-tom ou sluice traditionnel.

Batée

La batée est un récipient en forme de chapeau conique (environ 40 à 50 cm de diamètre et 10 cm de hauteur) en tôle, en acier inoxydable ou en bois (Figure 2.6). La batée nécessite pour une manipulation correcte une surface d'eau assez grande. L'instrument, qui flotte sur l'eau, subit un mouvement de bascule de manière à ce que les grains tournent, se classent par la force centrifuge et s'évacuent par la partie supérieure de la batée, du côté opposé à l'opérateur. Lorsque le laveur opère dans le courant, l'évacuation des grains légers se fait dans le sens du courant. La mobilité des produits qui ont parfois tendance à se colmater dans le centre de la batée, peut être obtenue au moyen de petites secousses horizontales qu'un laveur très expérimenté arrive à réaliser tout en « tournant » très légèrement la batée pour étaler la languette de minéraux.

FIGURE 2.6 | BATÉE EN BOIS (PASCALINE, 2016).



Pan

Le pan est un grand plat en fer ou en plastique à fond plat de dimensions voisines à celles de la bâtée (Figure 2.7). Il est tenu à deux mains, les coudes de l'opérateur prenant appui sur les jambes un peu au-dessus des genoux. L'opération comprend des cycles de trois mouvements successifs, répétés jusqu'à élimination des minéraux légers :

- Secousses horizontales, identiques à celles du tamisage, le pan étant modérément rempli d'eau et tenu horizontal ;
- Inclinaison du pan du côté opposé à l'opérateur et vidange de l'eau sans perdre de sable ;
- En conservant cette position inclinée, plongement du pan dans l'eau (ruisseau ou bassine) de manière à introduire une lame d'eau et l'évacuer aussitôt en diminuant la tranche supérieure du sable (mouvement à répéter trois fois au maximum) ;
- Reprise de la position horizontale et secousses, etc.

FIGURE 2.7 | PAN EN FER ET EN PLASTIQUE (PASCALINE, 2016).



Pirogue

La pirogue est un dispositif traditionnel de lavage du gravier. Il s'agit d'une écorce d'arbre spécifique disposée en canal (rigole) d'écoulement d'environ 5 % de pente et dont la paroi est favorable au piégeage des minéraux lourds (notamment l'or) lors de l'écoulement du gravier préalablement tamisé (granulométrie < 5 mm). Le dispositif de lavage avec la pirogue (aussi appelée « kombol » en langue locale) est réputé faire des pertes de plus de 50 %, favorisées par une dynamique de lavage relativement turbulente et violente (Figure 2.8). Dans ces conditions, l'or fin, surtout celui flottant, fait partie des pertes.

FIGURE 2.8 | PIROGUE OU « KOMBOL » EN LANGUE GBAYA, MIMTOM, SUD-CAMEROUN (PASCALINE, 2017).



Sluice ou Long Tom

Pour le long-tom (Figure 2.9), plus il est long, meilleure sera son efficacité. L'eau se charge de tout le travail de séparation sur une bonne distance. Le long-tom est constitué de trois parties principales d'amont en aval :

- Le bac de chargement (muni d'un tamis) et d'évacuation du sur-tamis où l'eau et le gravier arrivent ;
- Le bac de débourbage d'environ 3 m (reçoit la charge de minéraux) se terminant généralement en évasement fermé par un tamis incliné de 45°. L'eau dont le débit est continu, lave sans cesse la terre contenue dans ce premier chenal et chargée de particules diverses;
- Le bac à riffles d'environ 3 m de long, relativement plus large, où sont disposés des riffles qui sont de petites barres placées en obstacles sur le fond du bac et permettant le piégeage des particules d'or et les minéraux lourds. Ce bac peut être garni d'un tapis apte à retenir l'or fin. Il faut sans cesse agiter la terre et remonter les mottes vers la source d'eau pour les dissoudre et ne pas obstruer le

crible. Lorsque l'espace à l'arrière des tasseaux est plein, on récupère ce résidu très concentré, puis on le travaille à la batée pour en extraire les particules d'or.

L'auge de débourbage et le long-tom proprement dit s'emboîtent et l'ensemble est disposé suivant une pente d'environ 10 % permettant :

- L'écoulement de l'eau qui est injectée dans le dispositif à partir du bac de chargement et évacuée à l'extrémité du bac à riffles ;
- Le débourbage et le tamisage du gravier. Il faut sans cesse agiter la terre et remonter les mottes vers la source d'eau pour les dissoudre et ne pas obstruer le tamis ;
- L'évacuation des légers ;
- Le dépôt et le piégeage des minéraux lourds (notamment l'or) dans le bac à riffles qui est ensuite soigneusement vidé pour la récupération de l'or.

Le gravier doit être très bien débourbé (trituration sur grille). La quantité d'eau doit être suffisante. Pour un gravier normal sablo-argileux, il faut un volume d'eau 8 à 12 fois supérieur au volume de gravier à traiter. Les pertes par manque d'eau sont en général plus importantes que les pertes par excès d'eau. Il doit avoir environ 7 cm d'eau au-dessus des riffles. La présence d'éléments lourds autres que le minerai recherché est un facteur défavorable qui exige d'allonger la colonne de sluices.

FIGURE 2.9 | LONG-TOM POUR LE LAVAGE DU GRAVIER AURIFÈRE SUR LE SITE DE BOUKAROU, KAMBÉLÉ-EST CAMEROUN (PASCALINE, 2020).



Plusieurs types de machine peuvent être utilisées dans le cadre de procédé mécanique de lavage.

Centrifugeuse

Une centrifugeuse (Figure 2.10) comprend trois parties principales :

- Une partie supérieure servant de bac de chargement (muni d'un tamis) et d'évacuation du sur-tamis. L'approvisionnement en eau se fait au moyen d'une motopompe qui alimente le bac de chargement. L'eau usée est évacuée par un canal d'évacuation sortant de la partie médiane de la machine ;
- Une partie médiane garnie d'une spirale en caoutchouc, d'allure conique, dont la rotation entraîne l'élimination centrifuge des minéraux légers et la concentration centripète des minéraux lourds (dont l'or) ;
- Une partie inférieure constituée de quatre supports au centre desquels se trouve un coffre de récupération du concentré d'or et de minéraux lourds. La récupération des minéraux lourds, dont l'or, a généralement lieu en fin de journée. Ce coffre offre l'avantage de garantir la sécurité des produits miniers durant le lavage. À cette partie sont également attachés un moteur et ses annexes qui impulsent le mouvement de rotation au dispositif de centrifugation vu dans la partie médiane.

FIGURE 2.10 | CENTRIFUGEUSE DU SITE MINIER DE BINDIBA, CAMEROUN (CAPAM, 2008).



Grosse unité de lavage : « sluice long »

Le principe du « sluice long » est le même que pour le long-tom mais il est plus important et comprend un nombre plus élevé de bacs encastrés les uns avec les autres. À la différence du long-tom, le « sluice long » est composé de bacs à riffles supplémentaires (3 à 4 bacs supplémentaires). Les alluvions à traiter sont chargées en amont de l'appareil (bac de chargement et d'évacuation). Le courant d'eau en-

traîne les produits d'autant plus loin qu'ils sont fins. Le principe de cet appareil est d'entraîner les alluvions dans un courant d'eau et ensuite briser la force du courant au moyen de riffles afin de permettre le dépôt des produits en amont. La pente à donner au sluice long varie selon le courant d'eau et le type d'alluvion. Dans les riffles de tête, on trouve les concentrés noirs. Dans les riffles de queue se retrouvent des minéraux de plus en plus légers.

Plusieurs méthodes de traitement chimique existent pour la récupération du minerai.

Amalgamation

L'amalgamation s'applique essentiellement à l'or ou à l'électrum (Figure 2.11). Le procédé consiste à verser dans la batée ou le pan une goutte de mercure sur le concentré de minéraux lourds qui est ensuite malaxé légèrement avec une petite baguette de bois ou de verre.

Le mercure est utilisé pour capturer les particules d'or libérées. Il se lie à l'or en formant un alliage doux d'environ 50 % de mercure et 50 % d'or appelé « amalgame ». L'amalgame est très lourd et donc facile à séparer des autres matériaux et à collecter. Les deux principales approches de l'amalgamation sont les suivantes :

- **L'amalgamation du minerai brut** se produit lorsque les mineurs ajoutent du mercure à une grande quantité de minerai ayant subi peu ou pas de concentration au préalable. Il s'agit d'un procédé à forte intensité de mercure qui utilise **3 à 50 unités de mercure pour chaque unité d'or récupérée.** La majeure partie de ce mercure est libérée dans les résidus qui, à certains endroits, sont traités à l'aide de cyanure pour libérer des particules d'or ;
- **L'amalgame du concentré** se produit lorsque les mineurs réduisent la masse de minerai par concentration d'au moins 100 fois avant l'application du mercure. Dans ce cas, la quantité de mercure utilisée est beaucoup plus petite : environ **1,3 unité de mercure pour chaque unité d'or produite.**

Sur certains sites, les activités *extraction, traitement et fusion* ont lieu dans des espaces sensibles de la biodiversité, posant le risque de l'exposition au mercure de l'environnement et de menacer les espèces vivantes. Sur d'autres sites, les activités de l'EMAPE ont lieu dans les bassins versants en amont, diffusant ainsi la pollution au mercure plus loin dans les zones en aval.

Brûlage de l'amalgame : après avoir recueilli l'amalgame, le mercure est séparé de l'or par chauffage. Le mercure s'évapore, laissant l'or et quelques impuretés derrière. Deux approches principales sont utilisées pour brûler l'amalgame :

- Le brûlage à **l'air** libre se produit lorsque les mineurs appliquent de la chaleur directement sur l'amalgame à l'air libre (à l'extérieur ou dans la maison) émettant tout le mercure dans l'atmosphère. Le brûlage à l'air libre, considéré comme l'une des pires pratiques visées par l'annexe C de la Convention de

Minamata, entraîne une exposition maximale des mineurs, de leurs familles et de l'environnement. L'exposition peut se produire immédiatement pendant le brûlage, mais peut également se poursuivre au fil du temps, car le mercure déposé sur les vêtements et les surfaces des structures est réémis, maintenant les niveaux dans l'atmosphère élevés ;

- **Le brûlage de l'amalgame avec un système de capture de mercure** se produit lorsque des mineurs brûlent de l'amalgame à l'intérieur d'un système de capture de vapeur tel qu'un autoclave ou un dispositif de capture de mercure (cornue). Ces systèmes capturent généralement de 75 à 95 % du mercure contenu dans l'amalgame et réduisent une exposition certaine s'ils sont utilisés correctement.

L'or produit par le brûlage d'amalgames est poreux et appelé « or éponge » qui contient encore du mercure (2 à 5 % ou >20 %) en raison de la combustion incomplète et de l'évaporation du mercure.

Lorsque l'amalgame est brûlé dans des zones résidentielles, il engendre une exposition directe des riverains, même lorsque la capture de vapeur de mercure est utilisée, car les dispositifs de capture ne capturent pas 100 % du mercure. Le brûlage dans les zones résidentielles est donc également l'une des pires pratiques et vise à être éliminé en vertu de la Convention de Minamata.

FIGURE 2.11 | ÉTAPES DE L'AMALGAMATION DE L'OR ET BRÛLAGE DE L'AMALGAME (AFEMIC, 2016).



Lixiviation en tas (cyanuration)

La lixiviation est le procédé de récupération de l'or par l'utilisation du cyanure (Figure 2.12). La lixiviation s'opère sur un tas de gravier contenant l'or et reposant sur une bâche. Une solution de cyanure percole dans le tas de gravier et dissout l'or dont un concentré est récupéré via un exutoire.

FIGURE 2.12 | CYANURATION DE L'OR SUR LE SITE MINIER DE BÉTARÉ-OYA, CAMEROUN (AFEMIC, 2021).



Traitement à l'acide nitrique

Le concentré en or dissous est recueilli dans une cuvette où est ajouté de l'acide nitrique. L'ensemble est chauffé provoquant des réactions d'effervescence qui aboutissent à la destruction de toutes les impuretés pour ne conserver que l'or pur.

Traitement électromagnétique : démagnétisation du concentré de minéraux lourds

Après séchage, le concentré est étalé sur une feuille de papier. À l'aide d'un aimant passé au-dessus du concentré, les minéraux magnétiques sont récupérés.

2.3.4. Autres méthodes d'extraction

Plongée

Les artisans mineurs plongent directement dans les lits des cours d'eau et ramènent à l'aide de seaux et de bassines du gravier ou du sable minéralisé (Figure 2.13 et Figure 2.14).

FIGURE 2.13 | EXPLOITATION PAR PLONGÉE DE DIAMANT, RÉPUBLIQUE CENTRAFRICAINE (AFESMICA, 2021).



FIGURE 2.14 | EXPLOITATION DE SABLE DANS LE LIT DE LA SANAGA, CAMEROUN (CAPAM, 2008).



Dérivation du cours d'eau

Exploitation du lit des cours d'eau riches en minéralisation par déviation des cours d'eau.

FIGURE 2.15 | DÉRIVATION DU COURS D'EAU KADEY À OULI, EST CAMEROUN POUR L'EXPLOITATION DE L'OR (PASCALINE, 2018)



Exploitation des matériaux

De nombreux artisans (hommes, femmes et enfants) tirent leur subsidence de l'exploitation de matériaux (substances de carrières), notamment les granulats et les roches ornementales et de construction. Les exploitations sont à ciel ouvert avec des équipements rudimentaires et parfois mécaniques. Les matériaux exploités peuvent être du granite, du gneiss, du grès (ex. Kombe, Brazzaville-Congo, Figure 2.16), du quartzite (ex. Pouma, Cameroun), ou encore du marbre (ex. Algérie).

FIGURE 2.16 | EXPLOITATION DE GÉOMATÉRIAUX, CASSEUSES DE PIERRES DE KOMBE AU SUD DE BRAZZAVILLE, CONGO (JULIE SERVICE, 2022).



Drague
Une autre technique souvent utilisée dans l'EMAPE est la drague pour extraire l'or. C'est une machine conçue pour l'exploitation placers où l'or est extrait du sable et du gravier avec de l'eau et des méthodes mécaniques.

Une grande drague d'or utilise une méthode mécanique pour enlever les matériaux (sable, gravier, terre, etc.) en utilisant des godets en acier sur une « ligne de godets » circulaire, continue à l'extrémité et à l'avant de la drague. La matière est ensuite triée et tamisée avec de l'eau.

Sur les grandes dragues, les godets déversent les matériaux dans un cylindre rotatif en acier qui est incliné vers le bas vers un tapis roulant en caoutchouc qui emporte les matériaux surdimensionné (roches) et les rejettent derrière la drague.
Le cylindre a de nombreux trous pour permettre au matériau sélectionné de tomber dans une boîte à écluse (sluice box).

La drague est soit un navire-drague (Figure 2.17) soit une barge ou un ponton équipé de manière adéquate pour remonter par godets ou pour aspirer par succion l'eau et les sédiments, matériaux constituants le lit des cours d'eau afin de les traiter.

FIGURE 2.17 | NAVIRE-DRAGUE SUR LA RIVIÈRE LOM À BODOMO ISSA, BÉTARÉ-OYA, CAMEROUN (PASCALINE, 2018).



2.4. Impacts sociaux

2.4.1. Insécurité alimentaire et économique
L'insécurité alimentaire et économique est liée aux nombre élevé de personnes présentes dans les communautés minières artisanales, principalement rurales, qui abandonnent l'agriculture de subsistance pour l'exploitation minière. La nourriture se raréfie dans les environnements immédiats des sites de l'EMAPE. Par ailleurs, la

durabilité des revenus agricoles dans de nombreux ménages ruraux peut être gravement touchée car les jeunes abandonnent l'agriculture traditionnelle, et passent directement à l'exploitation minière, alors même que les avantages économiques de cette activité sont temporaires. Ces effets ont tendance à avoir un impact négatif sur et/ou à menacer la santé économique globale des communautés.

2.4.2. Prostitution et violences basées sur le genre (VBG)

Sur de nombreux sites, les femmes sont généralement engagées dans différentes tâches comme le transport ou le traitement de minerai, ou dans le petit commerce de biens et de services, y compris la vente de nourriture aux artisans mineurs. Elles sont souvent victimes d'abus sexuels et de violences physiques de la part de leurs homologues masculins sur les sites miniers. Par ailleurs, en raison des opportunités économiques limitées dans ces zones rurales souvent reculées, de nombreuses jeunes adolescentes sexuellement actives sont extrêmement vulnérables à diverses incidences notamment l'alcoolisme, la prostitution, ou la débauche à l'origine de grossesses précoces et/ou non désirées.

2.4.3. Décrochage scolaire

Le travail des enfants dans les EMAPE est une entrave à leur éducation. Le travail fatiguant prend plus de temps aux enfants que l'apprentissage. Insuffisance des infrastructures d'accueil des élèves au niveau des sites, vétusté des bâtiments, manque de personnel éducatif qualifié et de matériel didactique sont autant de conditions favorables à la sous-scolarisation et à la désertion scolaire des enfants, au profit du travail sur les chantiers miniers.

2.4.4. Crime organisé, délinquance et insécurité humaine

Les sites d'artisanat minier, en tant que pôles locaux d'activités économiques, attirent non seulement les opérateurs et les groupes d'artisans qui fournissent des services essentiels aux opérateurs, mais aussi des groupes de personnes qui menacent, volent et parfois tuent pour de l'or, des devises, des véhicules, du bétail et autres objets de valeur. Sur certains sites, des groupes criminels bien organisés taxent ou instituent des péages périodiques que les opérateurs payent sous forme d'espèces, d'or ou d'autres produits. En réponse, certains opérateurs s'arment ce qui constitue une menace sérieuse pour la vie des travailleurs et des opérateurs. On se rappelle des conflits entre opérateurs chinois et leurs employés (incidents survenus sur les chantiers de Bétaré-Oya, Longa Mali ou Bakassi en 2018, avec deux morts dont un chinois et un camerounais).

2.5. Enjeux sanitaires, d'hygiène et de sécurité

Parce que les hommes dépendent directement de l'air et indirectement des ressources variées disponibles sur la terre et dans l'eau, la santé générale des mi-

neurs, des groupements de mineurs et des communautés de mineurs d'une zone d'exploitation peut être liée à la nature et à l'ampleur de l'activité, et en particulier, à l'interaction entre le matériau ou le minéral en exploitation et l'activité et le comportement des personnes. Beaucoup de mineurs négligent les règles de santé et de sécurité comme porter les équipements de protection individuelle (EPI) pendant qu'ils travaillent. Ainsi, les mineurs artisans ne mettent pas de casque, de bouchons d'oreille, ne portent ni de masques anti-poussières, ni de lunettes de sécurité, ni de gants ou de bottes. Ceci les rend extrêmement vulnérables aux blessures dont certaines peuvent être fatales. Beaucoup de mineurs et communautés ne sont pas souvent conscients ou ne s'intéressent pas aux questions environnementales. Ils ne voient que le gain à court-terme. Un paysage truffé de puits et d'excavations non remblayés, dont certains remplis d'eau, sont des pièges, surtout lorsqu'ils sont recouverts par de la végétation. Des pertes en vie humaine y compris chez les mineurs et parmi les habitants de la localité peuvent se produire (Toteu et al., 2021).

2.5.1. Problèmes de santé

Maladies liées à la pratique de l'EMAPE

Silicose

Le quartz est le principal minéral dans la plupart des gisements d'or exploités par les mineurs artisans. Pour libérer les fines particules d'or, il faut concasser et pulvériser le quartz. Sur les chantiers, les artisans ont adapté les moulins à écraser le maïs et le manioc afin d'écraser le gravier. Pendant la procédure de moulinage du gravier, ils respirent les poussières de silice puisqu'ils n'ont pas l'équipement de protection approprié pouvant les empêcher de respirer ces poussières. Ces poussières peuvent être la cause de graves lésions sur les poumons. En fonction de la disponibilité en eau, le broyage peut être à sec (Figure 2.18), ou humide. Si le broyage est à sec, il y a des risques de respirer une poussière faite de fines particules de quartz.

FIGURE 2.18 | BROYAGE À SEC PRÈS DES HABITATIONS À KAMBÉLÉ, EST-CAMEROUN (CAPAM, 2016).



Avec le temps, la poussière va s'accumuler dans les poumons, et éventuellement provoquer une silicose encore appelée maladie du mineur. La respiration devient difficile avec une silicose et continuer à inhaler la poussière de quartz peut conduire au décès.

Intoxication au plomb, au mercure et au cyanure

Le broyage ne produit pas seulement de la poussière de quartz, mais également une poussière enrichie en **plomb**. Le broyage se fait souvent au sein des communautés et même parfois à l'intérieur des habitations. Des ustensiles de cuisine ont été utilisés pour le traitement de l'or. Pendant le broyage, de fines particules de matières minérales et de la poussière riche en plomb ont été inhalées par les habitants, plus particulièrement les enfants. Les résidus des particules fines séchés et riches en plomb étaient déposés au sein ou à proximité des communautés. Avec le vent, les poussières n'étaient pas seulement inhalées, mais avaient également pollué les aliments. Résultat, une grave intoxication au plomb a conduit à près de 200 morts. Ceci pouvait être évité en traitant l'or en dehors des villages et en recouvrant les poussières riches en plomb avec une couche d'argile afin de sceller les résidus toxiques. Au Cameroun, il n'existe pas de cas connu d'une telle intoxication. Mais une étude récente (Ayiwouo et al., 2020) révèle des taux anormalement élevés de plomb dans les eaux à proximité d'une exploitation semi-mécanisée d'or à Djouzami dans l'Adamaoua.

Le mercure métallique et le méthylmercure sont dangereux pour la santé humaine et l'environnement et doivent être manipulés avec la plus grande prudence. Quand il est chauffé, la fumée entre dans l'atmosphère. Ces fumées ne peuvent être ni vues ni senties. Dans les poumons, la fumée métallique est facilement absorbée dans le système sanguin et le mercure transporté dans différentes parties du corps et absorbé par divers organes dont les os, le foie, le cerveau et les reins. Le mercure est également absorbé par la peau lorsqu'il est manipulé à mains nues sur les chantiers.

Les effets sur la santé de l'exposition au mercure sont les suivants :

- Perte de mémoire ;
- Troubles de l'ouïe, de la vision et de la parole ;
- Tremblements ;
- Manque de coordination ;
- Problèmes de peau ;
- Difficulté à mâcher et à avaler ;
- Sur le long terme, les effets sont les suivants :
- Faiblesse musculaire ;
- Fatigue ;
- Anorexie ;
- Perte de poids ;
- Perturbation de la fonction gastro-intestinale ;

- Détérioration du système nerveux central et périphérique.

2.5.2. Les effets de la pollution au mercure sur l'environnement

Le mercure rejeté dans l'environnement peut s'accumuler dans l'eau ou des micro-organismes peuvent contribuer à le transformer en méthylmercure, une forme de mercure hautement toxique et qui va s'accumuler dans les tissus des êtres-vivants comme les poissons et les mammifères marins (bioaccumulation). Les petits organismes et les végétaux absorbent le mercure en s'alimentant. Puisque les espèces supérieures de la chaîne alimentaire consomment ces végétaux et organismes, elles absorbent le méthylmercure qui se dépose de nouveau dans les tissus à des concentrations élevées. Ce phénomène s'accentue en aval de la chaîne alimentaire et les niveaux de mercure vont en progressant chez les espèces de plus grandes tailles et les prédateurs. C'est la **bioamplification.**

L'utilisation du cyanure a été introduite au Cameroun récemment par des orpailleurs venus du Burkina Faso et on peut l'observer sur les sites de Bétaré-Oya, Colomine par Ngoura à l'Est Cameroun. Compte tenu de la dangerosité du cyanure tant pour l'environnement que pour la santé des artisans mineurs, il est urgent que les services compétents suivent de près la question et prennent à temps des mesures appropriées. L'intoxication au cyanure est une urgence médicale lorsque qu'elle est sévère. Les symptômes précoces sont : anxiété, céphalées, vertiges, confusion, palpitations, hyperventilation. Ces signes peuvent évoluer vers l'agitation, le coma, l'hypotension, la bradycardie, les convulsions, l'arrêt respiratoire et le décès en quelques minutes.

Radiation

Le colombo-tantalite (coltan) fait partie des substances exploitées par l'EMAPE. Dans la plupart des cas, le minéral se retrouve dans les sols recouvrant la roche primaire du gisement.L'exploitation en elle-même n'est pas dangereuse car elle ne nécessite pas de creuser trop en profondeur. Or, le stockage du minerai concentré peut créer des problèmes. La colombo-tantalite contient fréquemment une petite quantité d'uranium. L'uranium est radioactif et ses radiations produisent un gaz aussi radioactif, le radon. À son tour, le radon produit des éléments radioactifs dont certains sont des métaux. Lorsque le radon ou ses dérivés radioactifs sont inhalés, ils peuvent causer des dommages sur les poumons, la peau et les yeux.

Il n'y a pas de danger tant que le minerai de colombo-tantalite est stocké à l'extérieur des habitations. Par contre, s'il est stocké à l'intérieur, le radon s'accumule et à terme, cause des dommages importants. Il est donc essentiel que le stock de minerai soit en dehors des habitations.

Bruit et vibration

Le bruit est un problème majeur dans l'EMAPE mais peut être facilement résolu. Si les mineurs artisans utilisent des broyeurs à billes ou à tiges, ils produiront non seulement beaucoup de poussière, mais aussi beaucoup de bruit qui peuvent être insupportables. La plupart des mineurs qui font du broyage à sec sont à un stade de bourdonnement avancé ou sont presque sourds. Par contre, si les mineurs font plutôt du broyage humide, cela réduit considérablement le bruit.

Les mineurs artisans utilisent de plus en plus de techniques sophistiquées d'extraction et de traitement qui génèrent beaucoup de bruit et de vibrations. Par exemple, des outils et des machines (excavateurs, bulldozers, véhicules, foreuses) et d'autres équipements de traitement et de broyage générant beaucoup de bruit pouvant affecter la santé des mineurs et des communautés environnantes. Dans certains cas, des forages et dynamitage non autorisés produisent des bruits assourdissants et des vibrations pouvant conduire à des déficiences auditives, et à la fissuration des maisons environnantes. Les mineurs en sont directement affectés, car très souvent, ils n'utilisent pas les équipements de sécurité et de contrôle pour réduire les effets et déterminer l'ampleur des impacts respectivement.

2.5.3. Maladies infectieuses, sexuellement transmissibles et le VIH/SIDA

Les maladies sexuellement transmissibles et le VIH/SIDA sont des pathologies présentes sur les camps de mineurs artisans. Les maladies sont propagées par des rapports non protégés et la prostitution. Elle facilite la transmission du virus dans le milieu des mineurs qui, lors des migrations, le propagent au sein de leurs familles et dans leur région d'origine. S'il est difficile de connaître le taux de prévalence du VIH chez les orpailleurs, ces derniers sont une population plus exposée au virus du fait de leurs pratiques à risque (consommation excessive de drogue, boisson à base de ciment pour soigner l'intoxication aux acides, relations non protégées dans les galeries pour « amener la chance »).

2.5.4. Problèmes de sécurité

De nombreux chantiers sont abandonnés sur les sites, les travaux de restauration et de réhabilitation prescrits dans le cahier de charges ne sont pas entrepris. On se retrouve avec de nombreux trous béants qui défigurent le paysage et créent de nombreux lacs autour des villages. Les risques encourus par la population sur le plan sécuritaire sont nombreux.

Noyade

Le risque de noyade concerne principalement les enfants et demeure le plus fréquent (Figure 2.19). Il est dû à la présence de trous abandonnés. Pendant la saison de pluie, ces trous se remplissent d'eau et les enfants viennent s'y baigner tout en ignorant la profondeur de ces derniers.

FIGURE 2.19 | TROU INONDÉ PROVOQUANT DES NOYADES À BÉTARÉ-OYA AU CAMEROUN (CAPAM, 2016).



Risques d'éboulement

Ces risques sont généralement provoqués par deux types de non-conformités :

Instabilité des remblais

Lors du creusage des trous, des mottes de terre sont sorties et entassées en bordure des trous. Après une pluie ou un mauvais dépôt de ces remblais, la structure est fragilisée causant ainsi des éboulements (Figure 2.20).

FIGURE 2.20 | RISQUE D'ÉBOULEMENT LIÉS AUX REMBLAIS INSTABLES (CAPAM).



Non-conformité des paliers

Les artisans font des trous de plus de 30 m de profondeur sur d'importantes surfaces. Pour pouvoir atteindre la roche mère et le gravier, ces derniers font des escaliers mais généralement, les normes de ces escaliers ne sont pas respectées. La largeur du palier est souvent inférieure à sa hauteur, ce qui fragilise la structure causant ainsi des éboulements (Figure 2.21).

FIGURE 2.21 | NON-CONFORMITÉ DES PALIERS (CAPAM).



Risque d'asphyxie

Le risque d'asphyxie est provoqué par les tunnels. Généralement, les artisans font ces tunnels pour suivre la direction du gravier ou des filons aurifères (Figure 22). La longueur de ces tunnels est fonction de la disponibilité du gravier. Ainsi plus le tunnel est long et profond, plus l'oxygène se fait rare. Cependant, d'après les artisans, les accidents liés à l'asphyxie sont rares car ils ont souvent sur leur tête des lampes et lorsque ces dernières s'éteignent, ils comprennent qu'il n'y a plus assez d'oxygène et qu'ils doivent rebrousser chemin.

FIGURE 2.22 | TUNNELS CREUSÉS PAR LES MINEURS OÙ LE RISQUE D'ASPHYXIE PEUT ÊTRE PRÉSENT (CAPAM).



Risque de chute

La chute de projectiles (pierres, mottes de terre)

Le refus des artisans mineurs de mettre les équipements de protection individuelle (EPI) les expose à l'impact de projectiles sur leur crâne, ce qui peut conduire à la mort dans les trous.

La chute des individus

À cause de la profondeur des trous, les artisans utilisent des échelles de fortune afin de pouvoir y descendre mais ces échelles ne supportent pas leur poids et peuvent se casser provoquant des accidents sur les chantiers (Figure 2.23 et Figure 2.24).

FIGURE 2.23 | ÉCHELLE TAILLÉE DANS UN TRONC ET UTILISÉE PAR LES MINEURS, MAIS DÉCLARÉE NON CONFORME (CAPAM).



FIGURE 2.24 | EXEMPLE DE TROU AYANT PROVOQUÉ LA CHUTE D'UN MINEUR ARTISAN À CAUSE DE LA NON-CONFORMITÉ DE L'ÉCHELLE (CAPAM).



2.5.5. Problèmes d'hygiène et gestion des agglomérations minières

Contrairement à l'exploitation minière industrielle, le démarrage d'un site d'exploitation artisanale survient généralement de manière spontanée, dès que la nouvelle de la découverte d'un gisement est connue. La zone est souvent difficile d'accès et très souvent éloignée des agglomérations, par conséquent dépourvue de facilités telles que l'électricité, l'approvisionnement en eau potable, l'assainissement, etc. Ces conditions de vie insalubre sont propices à la propagation des maladies parmi les populations d'artisans mineurs. Des installations de fortune sont provisoirement établies pour abriter ou héberger les opérateurs et les artisans durant les travaux d'exploitation. Les populations des agglomérations minières vivent ainsi dans la promiscuité, aucune règle d'hygiène et de salubrité n'est respectée. Les populations hétéroclites et l'explosion démographique des agglomérations minières sont à l'origine de multiples problèmes :

- L'occupation anarchique de l'espace ;
- L'obsolescence du cadre de vie (l'habitat est médiocre en général, avec des maisons en terre battue, toiture en paille, les ouvertures ne se fermant pas) ;
- L'hygiène et l'insalubrité (absence de poubelle, habitat dans les herbes, etc.) ;
- L'assainissement (sanitaires non aménagés ou absents) ;
- L'adduction d'eau (points d'eau non aménagés, etc.) ;
- Le manque ou la sous-scolarisation ;
- La prostitution précoce et les maladies associées (VIH/SIDA, IST, MST) ;
- Alcoolisme, tabagisme, drogue, banditisme, délinquance juvénile.

2.6. Recommandations

L'Exploitation Minière Artisanale et à Petite Échelle des ressources minérales concessibles et de carrières est certes une source de revenus supplémentaires pour les ménages en milieu rural, mais implique également des impacts sur l'environnement, les artisans mineurs, et les populations riveraines, par les méthodes et techniques de traitement utilisées. Il importe donc de bien les connaître afin de résoudre ou de limiter au maximum les impacts.

2.6.1. Solutions proposées aux problèmes liés à l'exploitation

Déforestation, désherbage

- Préserver autant que possible la végétation par le choix d'un mode d'exploitation approprié ;
- Régénérer la végétation enlevée par les activités minières soit dans le cadre des activités agricoles, soit dans le cadre des actions de régénération forestière. Pour cela, les mesures suivantes sont recommandées :
  - Mise en place d'une pépinière de la végétation à régénérer ;
  - Reconstitution du sol compatible avec la végétation concernée ;

  - Restauration du site compatible avec la régénération envisagée en tenant compte des risques de glissement et d'érosion des sols ;
- Stocker l'humus et les sols fertiles enlevés pour les activités minières dans la perspective d'une régénération ;
- Valoriser la végétation et autre matériel détruit par la production du compost par exemple. Le compost est un moyen biologique de fertiliser les sols en utilisant par exemple des feuilles ou débris végétaux issus de cette exploitation forestière (paille, déchets alimentaires, souches d'arbres issues du défrichement).

Creusage
- Boucher les trous, les tranchées et les puits ;
- Remblayer les nappes d'eau artificielles et désinfecter les lieux ;
- Transformer les nappes d'eau stagnantes en étangs piscicoles.

Entassement des déblais
- Remblayer et restaurer le sol en respectant autant que faire se peut le profil initial du sol.

Exhaure

Pendant les travaux d'exploitation minière artisanale, l'évacuation des eaux d'origine souterraine ou météoriques, est assurée par l'usage des motopompes. Cette eau boueuse et malsaine s'écoule dans le milieu naturel en suivant les pentes du relief. Pour minimiser l'impact négatif de ces eaux sur l'environnement, il est question entre autres, d'éviter de les déverser directement dans les cours d'eau, sur le couvert végétal environnant et en particulier les cultures, de se servir des anciens trous pour décanter ces eaux avant leur déversement dans les cours d'eau.

Ventilation de la mine
- Utilisation des compresseurs et réservoirs d'air comprimé chargés de la régénération de l'air vital dans les trous des mines notamment ceux avec des galeries profondes ;
- Recommandation de faire des galeries relativement peu profondes pour garder une aération naturelle.

Concassage et broyage
- Bien arroser le minerai avant le concassage et le broyage tant manuel que mécanique ;
- Porter des masques respiratoires ;
- Évoluer progressivement vers le concassage et le broyage mécanique.

Traitement par produits chimiques (mercure, cyanure)
Dans la mesure du possible, minimiser l'utilisation de produits toxiques pour la santé et l'environnement. Avec des techniques de traitement du minerai sans mercure ou autres produits toxiques. Si ces produits sont utilisés, mettre en œuvre des techniques de récupération.

Déversements d'hydrocarbures dans le milieu naturel
Mettre en œuvre des techniques simples d'entreposage et de gestion des carburants, lubrifiants, etc.

Réduction des poussières
Pour réduire les poussières et les risques de les inhaler : arroser le minerai à broyer, porter des masques efficaces, entretenir les appareils et engins en bonne état de marche.

Réduction des poussières
Pour réduire les pollutions sonores, utiliser les engins sans forcer, entretenir le matériel, porter des casques sur les oreilles ou des bouchons d'oreille.

2.6.2. Solutions aux problèmes environnementaux connexes à l'exploitation

Alimentation énergétique de la mine
- Pollution : utilisation des sources d'énergie moins polluantes avec les fours améliorés, l'énergie solaire ou l'éolien ;
- Stockage et utilisation du carburant doit se faire en évitant tout déversement dans le milieu naturel ;
- Au lieu de les déverser dans le milieu naturel, les huiles usées peuvent être utilisées dans la fabrication des briques de terre.

Gestion des agglomérations minières
- Occupation : définition et mise en œuvre d'un plan de construction et de développement de l'agglomération minière ;
- Promouvoir un habitat décent et durable en utilisant autant que faire se peut les matériaux locaux ;
- Des latrines sèches, ventilées, bien aménagées avec une fosse de 4 à 5 m de profondeur ;
- Sensibiliser les populations concernées à décharger les ordures dans une fosse commune bien aménagée et toujours nettoyer les alentours des habitations ;
- Maintenir les toilettes traditionnelles à une distance raisonnable des points d'eau ;
- Aménager les points d'eau existants (sources, puits), réaliser des forages ;
- Sensibiliser les artisans mineurs sur le bien-fondé de l'éducation ;

- Organiser des causeries éducatives sur les maladies sexuellement transmissibles (VIH/ SIDA), le tabagisme, alcoolisme, banditisme et la prostitution précoce, etc.

Proposition d'une mise en place des agences dédiées pour l'encadrement du secteur (ex. CAPAM au Cameroun et CADETAF au Maroc)
Afin de pallier aux insuffisances relevées dans le cadre des dommages causés par l'exploitation minière artisanale, la formation continue et pratique pour prévenir et réduire les risques sanitaires et sécuritaires autour des sites d'exploitation minière artisanale et à petite échelle.

En Afrique Centrale et du Nord francophones, de nombreuses agences existent déjà ou ont existé, et les résultats sont palpables.

Le CAPAM (Cadre d'Appui et de Promotion de l'Artisanat Minier) au Cameroun remplacé par la Société Nationale des Mines (SONAMINES) depuis 2021 dont la mission principale était l'appui, la promotion et l'encadrement des activités minières artisanales. Plusieurs actions ont été entreprises : la structuration des artisans en GICAMINEs, la canalisation de leur production dans les circuits formels, apports des appuis et renforcement des capacités sur la prospection, la gestion de l'environnement minier, la mutualisation et la commercialisation des produits. Ces actions ont conduit au passage de l'artisanat minier avec des équipements rudimentaires à l'artisanat minier semi-mécanisé dès 2017 et également au renforcement des réserves d'or du Cameroun (plus de 700 kg d'or rétrocédés au ministère des finances).

CADETAF (Centrale d'Achat et de Développement de la région minière du Tafilalet et de Figuig) au Maroc est en charge de la supervision de l'activité minière artisanale par la loi n°7415 avec pour mission d'après l'article 12 de la loi suscitée :
- Accompagner le développement minier ;
- Programmer et mettre en œuvre des actions de promotion des potentialités minières de la région ;
- Contribuer au développement de la recherche et de l'exploitation des ressources minières de la région ;
- Élaborer et suivre la mise en œuvre des contrats entre l'Administration, les investisseurs et les artisans ;
- Gérer les caisses de secours mentionnées dans le dahir n°1-60-019 ;
- Recouvrer et distribuer les montants de droits d'accès et les royalties.

Outres ces missions, la CADETAF conserve pendant la période de maintien de l'activité minière artisanale le monopole pour la collecte, l'achat et l'entreposage, le magasinage, le transport, la vente et en général la commercialisation de tout minerai de plomb, zinc et barytine extraites des exploitations minières artisanales. Elle est également chargée de :

- Superviser l'exploitation minière artisanale ;
- Mettre à la disposition des artisans mineurs le matériel nécessaire à l'amélioration et au développement de leur exploitation, moyennant un prix de location fixé par le Conseil d'Administration, et leur fournir, sur leur demande, l'outillage et les explosifs au prix coûtant ;
- Garantir, sur décision du Conseil d'Administration, des prêts contractés par des artisans ou leurs groupements auprès d'établissements de crédit en vue de l'acquisition de matériel d'exploitation ou de développement de leur exploitation ;
- Contribuer à travers les caisses de secours, mentionnées au paragraphe 8 de l'article 10 du dahir n°1-60-019, à la couverture des artisans mineurs contre les accidents du travail et les maladies professionnelles.

Les artisans, exploitants miniers exerçant dans la zone CADETAF produisent entre 400 000 et 600 000 t de minerai de barytine par an en provenance notamment des zones d'Erfoud et de

Taouz (province d'Errachidia) de Béni-Tadjite et de Bouanan (province de Figuig), de Tazarine (province de Zagora et d'Alnif, province de Tinghir). Ces produits de barytine sont habituellement livrés au carreau du parc de l'acheteur installé dans la zone CADETAF ou aux ports d'exportation.

Les artisans, exploitants miniers exerçant dans la zone CADETAF produisent entre 1 000 et 5 000 t de minerai de plomb par an en provenance notamment des zones de Béni-Tadjite à Jbel Boudhar (province de Figuig), Tizi n'Firest (province de Midelt) et Erfoud (province d'Errachidia). Ces produits sont habituellement livrés directement à l'acheteur auprès de leurs chantiers et parcs ou des parcs des centres de collecte de la CADETAF situés respectivement à Béni-Tadjite, à Tizi n'Firest et à Erfoud.

Les artisans, exploitants miniers exerçant dans la zone CADETAF produisent entre 7 000 et 30 000 t Zn, dont 1000 à 3000 t de Zn calciné par an, 1000 à 2000 t Zn haute teneur et 10 000 à 25 000 t Zn basse teneur, en provenance notamment des zones de Béni-Tadjite (province de Figuig) et Tizi n'Firest (province de Midelt) distantes de 80 km environ. Ces produits sont habituellement livrés aux carreaux des fours de la CADETAF situés respectivement à Béni-Tadjite et Tizi n'Firest pour y être calcinés pour la calamine crue (minerais Pb-Zn non sulfurés) et subir un concassage au centre de Tizi n'Firest avant leur commercialisation.

Chiffres-clés

	2014	2015	2016	2017	2018	2019
	Productions marchandes zone CADETAF (en tonnes)					
Barytine	649 217	751 997	298 618	472 102	516 391	538 360
Zinc	13 315	24 462	24 368	20 779	33 257	20 009
Plomb	2 601	1 791	3 292	5 814	4 824	5 318
Mixte (Pb-Zn)	-	3 123	471	450	-	-
TOTAL	**665 133**	**781 373**	**326 749**	**499 145**	**554 472**	**563 687**
Chiffre d'affaires (MDH)	448	522	246	282	383	390
Recette artisans (MDH)	303	352	177	175	264	269
Facture transport (MDH)	133	156	65	100	111	112
Emplois	1 500	1 560	1 112	1 083	1 987	1 545
Nb de chantiers en activité	395	400	184	270	345	298
Nb des autorisations						**3 951**

2.7. Références

Antari O., 2021. Opérationnalisation des petites mines marocaines. Université Mohamed VI Polytechnique, EMINES-School of Industrial Management. Rapport de stage, 88 p.

Ntep Gweth P. et al., 2001. Ressources minérales du Cameroun, notice explicative de la carte thématique des ressources minérales du Cameroun sur fond géologique, 375 p.

Ntep Gweth P. et al., 2006. Programme d'appui au développement des activités minières (CAPAM), 637 p.

Service Julie, 2022. Implication des femmes dans l'exploitation artisanale des minéraux du développement : cas des casseuses de pierres de Kombe, République du Congo, Ministère des Industries minières et de la Géologie, 5 p.

Tychsen, J. et Charles, N. (Eds) 2019. La mine artisanale en Afrique de l'Ouest francophone. Service géologique du Danemark et du Groenland (GEUS) et Service géologique de la France (BRGM), 300 p.

Toteu S.F, Tychsen J., Essomba J.M., Omgba B.P.M., Ojong Agbor K., Ngo Bidjeck Bondje, M.L., 2021. ASM Handbook for Cameroon (la Mine Artisanale et à Petite Échelle au Cameroun). PRECASEM, 176 p.



3. Les femmes dans l'extraction minière artisanale en Afrique Centrale, du Nord et de l'Est francophones. Comment assurer une participation saine et responsable ?

Par Balbine Pascaline MAKANI OMGBA
Présidente de l'Association des Femmes du secteur Minier du Cameroun (AFEMIC)
Présidente de l'Association des Femmes du secteur Minier en Afrique (AWIMA)

3.1. Introduction

Les femmes sont présentes dans le secteur minier artisanal en Afrique Centrale, du Nord et de l'Est francophones. Elles travaillent dans des conditions extrêmement pénibles. En dépit du manque total de statistiques sur la présence des femmes sur les sites d'Exploitation Minière Artisanale et à Petite Échelle (EMAPE), ces dernières se retrouvent dans presque tous les circuits de la production, depuis la remontée du minerai, son transport jusqu'au traitement, des activités moins physiques mais également moins rémunératrices. Elles sont aussi engagées dans les activités connexes comme le petit commerce et la propreté sur les chantiers.

Les femmes exerçant sur les EMAPE sont de tous âges, travaillent tous les jours et y amènent même leur progéniture. Les adolescentes les y rejoignent souvent parce qu'elles ne gagnent pas assez pour payer leurs frais scolaires là où les infrastructures scolaires existent.

Les femmes œuvrant dans le secteur minier artisanal peinent à entreprendre dans le secteur eu égard aux multiples difficultés : accès aux terres, au financement, au marché, violences et abus divers. Elles sont d'autant plus vulnérables que la plupart d'entre elles sont analphabètes et n'ont pas accès à la formation et au renforcement des capacités liées aux métiers du secteur minier. Les distances considérables entre les mines et les lieux d'habitation posent également un réel problème de conciliation entre vie professionnelle et responsabilités familiales qui incombent en majeure partie aux femmes.

Le secteur minier artisanal a accentué la discrimination due aux croyances traditionnelles et à la différence d'instruction entre hommes et femmes. Cette discrimination combinée aux différents facteurs précités a conduit à la féminisation de la pauvreté.

Mais certaines femmes tirent quand même avantage de cette situation pour transformer ces difficultés en opportunités. Elles sont chefs d'équipe, travaillent

dans l'encadrement d'autres femmes sur les sites, et œuvrent à la formalisation de l'activité.

Pour apporter des solutions aux problèmes qui se posent tous les jours sur les sites miniers, les femmes se sont elles-mêmes constituées en réseau et ont mis en place des plateformes d'échange et d'apprentissage. D'autres se sont constituées en organisations socio-professionnelles pour mutualiser leurs efforts et capter le maximum d'opportunités à travers le financement d'activités, de formations et d'autres actions de renforcement de leur capacité.

Au niveau régional et national, des nombreuses actions sont entreprises par les États ou les organisations internationales pour assurer l'autonomisation des femmes des zones minières artisanales.

FIGURE 3.1 | SITE MINIER ARTISANAL AU CAMEROUN.



3.2. Rôles et responsabilités des femmes dans les EMAPE

3.2.1. Rôles et responsabilités des femmes dans les EMAPE en Afrique Centrale, du Nord et de l'Est francophones

Leurs fonctions varient selon les minerais. Par exemple, les femmes se limitent au petit commerce et au lavage dans certaines exploitations : le cuivre et le cobalt (République Démocratique du Congo) et parfois l'or et la cassitérite (Cameroun), ou le diamant (République Centrafricaine). Elles participent au transport, au concassage des matériaux (Cameroun, Congo) car les limitations physiques et les croyances traditionnelles de certaines leur interdisent de creuser.

Presque toutes font le tamisage et le transport des graviers sur une exploitation artisanale de diamant. Le petit commerce, la restauration et le ravitaillement des sites en eau et en nourriture sont souvent des domaines réservés aux femmes bien que la rentabilité soit minime. La plupart tombent constamment en faillite à cause de l'endettement et du défaut de paiement qui est un sérieux fléau dans les mines. Les femmes propriétaires des puits ou détentrices de titres miniers sont très peu nombreuses. En outre, certaines pratiquent la prostitution.

La plupart des femmes exercent plusieurs activités à la fois (sauf celles qui s'adonnent au petit commerce). Les femmes les plus en sécurité sont celles « protégées » par un parrain : époux, ami, parent ou propriétaire d'un puits.

En République Centrafricaine, les femmes représentent environ 28 % des travailleurs participants activement à la production. Elles sont présentes sur la majorité des sites miniers artisanaux (USAID, 2019). Le travail des femmes est principalement cantonné à des tâches d'appui, souvent payées de manière forfaitaire, tandis que les hommes sont le plus souvent payés en fonction de la production.

FIGURE 3.2 | FEMMES SUR UN SITE MINIER ARTISANAL. (A) CREUSAGE POUR LA CASSITÉRITE À MAYO-DALE (AFEMIC, 2022). (B) CONCASSAGE À KAMBÉLÉ, CAMEROUN (PASCALINE, 2020).



FIGURE 3.3 | TRANSPORT SUR LES CHANTIERS DU SITE DE POUMA, CAMEROUN (CAPAM, 2008).



3.2.2. Profil des femmes des EMAPE en Afrique Centrale, du Nord et de l'Est francophones

La majorité des femmes pratiquant l'artisanat minier ont entre 18 et 60 ans. Ce sont des filles d'artisans mineurs, épousant précocement un artisan mineur ou vivant en concubinage avec lui. Elles sont mères d'au moins trois enfants en moyenne. C'est une situation qui ne change pas quel que soit le site d'exploitation minière artisanale.

Leur sort est commun : un labeur acharné et parfois inhumain. Elles sont exclues des cercles de décision et sont toujours reléguées au second plan. Les femmes peinent à faire entendre leur voix, souffrent pour obtenir un droit quelconque. Leurs salaires sont dépensés pour les besoins personnels, un abri, de la nourriture et l'éducation des enfants et enfin pour soutenir les autres membres de la famille.

3.2.3. Barrières et challenges des femmes sur les EMAPE

Éducation

Les femmes qui évoluent dans les EMAPE sont pour la plupart analphabètes, ne savent ni lire, ni écrire et ne peuvent ainsi qu'accéder à des tâches subalternes de manœuvres dans la chaîne de valeur. Elles peinent à accéder à l'information nécessaire pour se saisir des opportunités qu'offre leur secteur d'activité.

Au Cameroun, on a observé que l'analphabétisme est handicapant pour les femmes travaillant dans l'artisanat minier de l'or. Sur certains sites miniers artisanaux, l'utilisation d'instruments de mesure archaïques persiste comme la buchette, le soulé, etc., induisant de la fraude sur les quantités commercialisées. Malgré la vulgarisation de la balance électronique, les femmes analphabètes continuent à être flouées sur les quantités vendues au collecteur parce qu'incapables de lire la balance.

FIGURE 3.4 | PROGRAMME D'ALPHABÉTISATION DES FEMMES DES COMMUNAUTÉS MINIÈRES DE BATOURI, CAMEROUN (GROUPE DE TRAVAIL GENRE, 2022).



Accès aux terres

Les femmes ont plus de difficultés à accéder aux terres que les hommes, même quand elles sont originaires des zones d'exploitation. L'accès aux terres est préalable à l'ouverture des chantiers.Elles sont bloquées par les lois coutumières qui ne favorisent pas l'acquisition ou l'héritage. En Afrique Centrale, l'héritage est patriarcal. L'impossibilité des femmes à accéder aux terres handicapent celles du secteur minier mais aussi les empêchent de réaliser les autres activités qui dépendent de la terre (agriculture, cueillette des produits forestiers). L'eau pour l'usage domestique est fortement perturbée et l'équilibre des familles également. Le rôle de la femme, en plus des activités génératrices de revenus, est aussi de prendre soin de sa famille.

Santé, sécurité et environnement

Les femmes des EMAPE et riveraines à l'activité sont celles qui subissent le plus les impacts négatifs induits par cette activité. En effet, l'activité des EMAPE peut entraîner entre autres : la modification ou la destruction du profil du sol, de la végétation et des systèmes de drainage des eaux de surface, la dégradation de la qualité des eaux de surface, la diminution des ressources en eau locale, le recul de la reproduction et de la population de la faune et de la flore causé par la modification et la disparition des habitats, la perturbation ou la pollution des aquifères, la promiscuité et le développement de pandémies (ex. VIH/SIDA) ; toutes choses qui modifient l'organisation de la survie des familles en zone rurale.

Les conditions de travail des femmes sur les sites sont très difficiles et dangereuses. L'absence d'équipements de protection individuelle (EPI) et les dégradations occasionnées par l'extraction des minerais sont à l'origine de maladies hydriques, pulmonaires et de nombreux accidents (chutes, noyades). En outre, les femmes sont celles qui utilisent le plus le mercure pour le traitement de l'or. Elles s'exposent à un risque plus élevé de maladies neurologiques et de transmettre ces maladies à leur progéniture (cancers et malformations congénitales).

Financement de l'activité

La question du financement des EMAPE est cruciale. Les artisans mineurs font face à des difficultés pour accéder à une autonomie de travail plus grande, améliorer leur production et par conséquent leurs revenus à cause du manque de moyens pour préfinancer leur activité. Ils font appel aux emprunts usuriers (informels) auprès des collecteurs dont les taux et les modalités de remboursement ne sont connues que d'eux seuls. Malgré cela, les artisans mineurs restent méfiants, ou alors réfractaires à l'épargne formelle (Cameroun ; PRECASEM, 2016). Ils sont plus favorables aux mécanismes d'entraide que de recherche d'appuis extérieurs. Dans tous les cas, les femmes ont encore plus de difficultés à accéder au financement, malgré le fait qu'elles soient des actrices prépondérantes de l'exploitation. Il peut leur être compliqué d'accéder aux financements en raison des difficultés à offrir des garanties (discriminations axées sur le genre) et surtout d'obtenir l'accord préalable de leur époux, alors que le contexte national en matière de financement des activités économiques rurales semble très favorable. Enfin, il existe un grand intérêt du secteur de la microfinance pour l'EMAPE (PRECASEM, 2016).

Accès aux marchés

Les artisans mineurs, et encore plus les femmes, ont des difficultés à accéder aux marchés faute de marchés dédiés, et handicapées par l'analphabétisme. Alors que le e-commerce peut les connecter au monde entier, elles doivent toujours se référer à un homme pour accéder à cette opportunité.

Travail des enfants

Les enfants qui travaillent sur les EMAPE sont des garçons et des filles âgés de plus de 6 ans qui, en fonction des pratiques sociales et culturelles, creusent, broient et lavent le minerai ou participent aux services de soutien et au petit commerce qui y est associé. Par ailleurs, il est à noter que les artisans mineurs les plus nombreux sont âgés de 16 ans alors que les artisans mineurs moins nombreux ont entre 6 et 12 ans.

Les garçons plus âgés sont souvent directement impliqués dans l'excavation des minerais, et les filles plus âgées participent de plus en plus aux étapes d'extraction, de transport et de transformation du minerai. Les garçons et les filles plus jeunes tendent à travailler dans le petit commerce, apportent à manger à ceux qui se trouvent dans les fosses, font les commissions des uns et des autres et transportent des graviers et de l'eau sur le site de l'exploitation. Ceci est dû à la force physique nécessaire pour accomplir ces différentes tâches. Les plus jeunes enfants, garçons et filles, ne peuvent accomplir certaines des tâches consistant à creuser en profondeur, et la plupart des personnes n'emploient pas régulièrement de jeunes enfants.

Raisons du travail des enfants sur les EMAPE

La pauvreté est l'une des raisons principales pour lesquelles les enfants en âge d'être scolarisés travaillent sur les EMAPE. Les familles vivant en zone rurale diversifient leurs sources de revenus en participant à l'exploitation minière. Certaines familles et enfants travaillent dans les carrières ou les mines pour ne pas mourir de faim. Dans de telles situations, la contribution du travail des enfants peut jouer un rôle important pour la sécurité alimentaire du foyer, en particulier s'il existe peu d'opportunités d'autres revenus. Les enfants dont les parents ne peuvent travailler en raison d'une maladie ou d'un handicap peuvent contribuer significativement à la sécurité alimentaire du foyer.

Le travail aux côtés d'un parent ou d'un membre de la famille constitue pour les enfants le moyen le plus courant de commencer à travailler dans les mines et les carrières. Plus de 80 % des enfants commencent à travailler avec un parent, un grand-parent, un frère ou une sœur.

Condition de travail des enfants dans les EMAPE

Les enfants impliqués à plein temps sur les EMAPE travaillent 5 à 7 jours par semaine et souvent 8 à 10 heures par jour. Certains reçoivent un salaire journalier fixe, une commission ou une part du gravier creusé.

Les vendeurs d'articles sont les filles âgées de plus de 10 ans qui parcourent de longues distances pour couvrir toutes les parties du site afin de vendre leurs articles. Elles travaillent pour un membre plus âgé de la famille ou un commerçant, qui leur verse parfois une petite commission sur les ventes.

Certains enfants des EMAPE arrivent à combiner scolarité et travail sur le site. Ils travaillent généralement du milieu de l'après-midi à la tombée de la nuit pendant les jours d'école, et à plein temps les week-ends, les jours fériés et pendant les vacances scolaires.

Risques et abus

Les enfants qui travaillent dans les EMAPE sont confrontés à plusieurs types de risques physiques et sociaux :

- Absence des EPI et utilisation des outils d'adultes peu adaptés aux enfants sont à l'origine de crampes musculaires, de douleurs au dos et à la poitrine, d'irritations, de coupures et de brûlures cutanées. Les enfants deviennent accros aux antidouleurs et aux stupéfiants ;
- À long terme, un travail qui excède la force des enfants peut affecter négativement leur croissance et leur développement ;
- Risques liés au milieu du travail et à l'exposition aux poussières et aux produits chimiques toxiques dangereux (mercure, cyanure) ;
- Risques liés aux galeries souterraines et aux fosses profondes avec un risque d'effondrement, de chutes de pierre, de glissement et de noyade.

Conséquences du travail des enfants sur les EMAPE au Cameroun

Conséquences directes

- Pénibilité du travail : le travail sur les EMAPE est très physique et demande de l'endurance. Les activités artisanales sont au-dessus des capacités physiques des enfants ;
- Accidents liés au travail des enfants sur les EMAPE : éboulements pouvant entraîner la mort, les blessures liées aux outils tranchants, à l'utilisation du marteau au concassage, à l'utilisation du moulin, les chutes dues à la fatigue, à la consommation de drogue, d'alcool et de stupéfiants, les noyades dans les lacs artificiels ;
- Consommation excessive de stupéfiants, de drogue et d'alcool pour faire face à la pénibilité du travail sur les EMAPE ;
- Maladies professionnelles : les plus récurrentes sont le paludisme favorisé par les lacs artificiels et les eaux stagnantes, les hernies, le mal aux yeux, le mal de poitrine, la toux, les maladies hydriques dues à la mauvaise gestion des déchets sur les sites et les Infections Sexuellement Transmissibles (IST). Mais les plus dangereuses surviennent plus tard, surdité dues au bruit des équipements sur les sites, la silicose, les cancers et autres pneumonies.

Conséquences sur le plan social

- Éducation, apprentissage : le travail dans les EMAPE est une entrave à l'éducation des enfants. Le travail fatiguant prend plus de temps aux enfants que l'apprentissage. Insuffisance des infrastructures d'accueil des élèves au niveau

des sites, leur vétusté, insuffisance du personnel éducatif qualifié et du matériel didactique sont autant de conditions favorables à la sous-scolarisation et à la désertion scolaire des enfants, au profit du travail dans les chantiers miniers (ex. Cameroun, site de Kambélé III) ;

- Développement de la délinquance : les enfants qui travaillent sur les EMAPE recourent à la drogue et à l'alcool frelaté pour tenter de supporter les conditions difficiles de travail. Il s'en suit la toxicomanie et l'alcoolisme. Toutes choses qui favorisent le développement du banditisme (vols, viols, attaques à main armée, trafic de drogue, prostitution, etc.), sexualité précoce, exposition aux IST et VIH/SIDA et grossesses non désirées et précoces, manque d'hygiène, insalubrité, manque d'eau potable et précarité de l'habitat constituent un terrain propice à la propagation des maladies, surtout celles de types épidémiologiques.

FIGURE 3.5 | TRAVAIL DES ENFANTS SUR LES CHANTIERS ET CONSÉQUENCES (GROSSESSES PRÉCOCES, ACCIDENTS) (CAPAM).



3.2.4. Abus et violences sur le genre

Les femmes propriétaires des puits ou détentrices de titres miniers sont moins nombreuses. Elles s'investissent davantage dans les petits travaux et les services. Celles qui font le petit commerce y compris la restauration doivent constamment faire face à l'insolvabilité des clients qui, souvent, fuient le site lorsqu'ils sont payés et ne reviennent que lorsqu'ils auront tout dépensé. Certains recourent à la violence pour faire taire les femmes qui réclament leur dû. Cependant, à ces dommages

physiques (surtout ceux liés à la santé et aux violences physiques et sexuelles), nous avons noté d'autres violences d'ordre moral et social (jugement de la société).

Les pratiques culturelles des zones d'EMAPE sont discriminatoires pour les femmes. Elles sont interdites de zones d'exploitations pendant leurs menstruations, pour ne pas, soi-disant, appeler le mauvais œil sur le chantier. Les mêmes menstruations sont également utilisées pour bénir les sites, ou encore les viols sur mineures (pratique pédophile) ou sur les femmes âgées ménopausées.

Sur le plan moral et affectif, ces femmes en majorité responsables et mères de famille souffrent de solitude, car elles sont souvent abandonnées par leurs conjoints qui démissionnent de leurs responsabilités. Cela entraîne la dépravation des mœurs dans les familles. Celles qui restent et résistent, consacrent le meilleur de leur temps dans les carrières et en rentrant le soir, elles sont fatiguées et démoralisées ; une situation qui dure plusieurs années. Sur le plan social, suite à l'épuisement précoce et à la dégradation de leur santé, l'abandon conjugal, abandon des enfants et difficulté de procréation voire de stérilité et d'invalidité. Nombreux sont les enfants qui naissent avec des malformations à cause du travail de leur mère.

À Longa (Mali) et Bétaré-Oya (Cameroun), par exemple, les femmes nous ont confié que presque toutes souffrent de perturbations menstruelles et sont victimes d'avortements involontaires, d'autres transmettant des malformations congénitales.

En République Démocratique du Congo, les violences et les abus faits aux femmes sont monnaie courante et accentués par les conflits armés. Les femmes ont peur de dénoncer les auteurs de tels actes car elles ont peur pour leur vie, celles de leur famille et du regard de la société.*« Nous devons fermer les yeux pour survivre. Même si tu te plains, qui va t'écouter ? Les mêmes figures censées apporter la justice sont les grands coupables. Nous avons des familles à nourrir [...]. Nous devons nous taire »*, paroles de femme à Mangerujipa. Pratiques de sorcellerie et de maraboutage : *« utilisation par certains hommes de fétiches non seulement pour envouter les femmes pour des faveurs sexuelles, mais aussi pour leur faire du mal »*. Les abus physiques sont plus fréquents dans les couples. *« Parfois si le mari te frappe, c'est pour attiser les feux de l'amour »*. Sur certains sites, les femmes se plaignent de la confiscation de leurs outils de travail par les hommes. Parmi les autres violences constatées, il a été recensé de nombreuses grossesses précoces de filles âgées entre 13 et 15 ans, des maladies sexuellement transmissibles, des viols dans le cadre de rites traditionnels pour permettre aux femmes de « *céder leurs corps sans résistance* » et des chantages en cas de refus de céder leurs corps aux hommes voulant devenir leurs protecteurs sur les sites (WILPF, 2016).

Sur les sites, on rencontre aussi des professionnelles du sexe ou des femmes qui s'adonnent à la prostitution pour survivre et générer des revenus supplémentaires

pour subvenir aux besoins de la famille. Certaines sont recrutées par les propriétaires des sites, des exploitants qui leur proposent la vente de leurs corps pour un revenu. Ce comportement est à la base de beaucoup de cas de violences sexuelles et physiques, de propagation des maladies sexuellement transmissibles. Ces cas ne semblent attirer aucunement l'attention de l'autorité car souvent, elles ne portent pas plainte et ce n'est pas la société dans laquelle elles évoluent qui les encourage à dénoncer ces actes, d'autant plus qu'elles sont sous-représentées dans les processus de décision politique et économique, même au plus bas de l'échelle. Pourtant, les EMAPE devraient socialement, faire partie de la promotion de la femme, de la croissance économique et du renforcement de l'entreprenariat minier féminin. Ce qui n'est pas le cas pour nos femmes artisans mineurs. En effet, leur participation est plurielle et les nombreux obstacles à leur reconnaissance comme figures économiques dans le secteur sont souvent passés sous silence. Elles restent toujours victimes des malversations, de mauvais traitements, d'abus sexuels, physiques et psychologiques.

3.2.5. Visages et voies de femmes sur les EMAPE en Afrique Centrale

Les femmes des EMAPE en Afrique Centrale francophone décrites plus haut, ont des rôles et responsabilités divers, leurs parcours sont différents et leur premier contact avec le secteur de l'EMAPE aussi. L'activité est certes difficile, défis et difficultés sont leur lot quotidien, mais leur leadership en fait des exemples inspirants. Elles évoluent depuis le poste d'artisane mineuse, de cheffe de site à cheffe de coopérative. Ci-après sont présentées quelques-unes de ces femmes inspirantes africaines. À noter qu'en Afrique du Nord francophone, peu de femmes travaillent dans ce secteur d'activité.

Monique (quartzites de Pouma, Cameroun)

FIGURE 3.6 | MONIQUE EN TRAIN DE TAILLER UN QUARTZITE AU CAMEROUN (AFEMIC, 2022).



Elle travaille dans le quartzite de Pouma, au Cameroun, depuis sa plus tendre enfance. Cette opportunité s'est présentée à elle après avoir arrêté d'aller à l'école. Étant originaire de la localité, ce fut une évidence pour elle qui, en plus des travaux champêtres qui étaient son activité principale, a pu augmenter ses revenus avec le travail de la pierre. Monique a occupé diverses fonctions dans cette activité de taille de pierre : transport de la pierre sur la tête du site d'exploitation au lieu d'exposition et de vente, fabrication des pierres à écraser, concassage des rejets de pierre en granulats et enfin taille de pierre à la machine.

Les défis et les difficultés sont multiples pour les femmes dans le métier de la pierre : accès à la terre comme propriétaire de chantier, financement pour acheter auprès des hommes les matériaux à transformer en pierre à écraser ou en carreaux, allier vie familiale et professionnelle (elles sont obligées d'amener les enfants sur les sites quand elles n'ont pas de parents qui peuvent s'en occuper), l'activité par son caractère discriminatoire empêche aux femmes d'assurer la mercatique de leur produit, manque de matériel de production qui reste rudimentaire (massettes, pioches et pelles), accès difficile à l'énergie pour l'activité de taille, l'énergie électrique est disponible un jour sur deux (utilisation de groupes électrogènes), ce qui rallonge les dates de livraison et diminue le nombre de commandes à livrer par mois.

Les femmes sont victimes d'abus et de violences physiques qui se résument aux vols de leurs produits par les hommes et à la confiscation de ces derniers, les abus sexuels sont presque absents car les autorités sont très présentes et plusieurs campagnes de sensibilisation sur les peines encourues ont freiné les ardeurs des hommes.

Le revenu tiré de cette l'activité permet à Monique de vivre modestement et d'envoyer ses enfants à l'école, elle veut être propriétaire de sa propre machine de taille afin d'augmenter ses revenus en proposant plus les pierres taillées et arrêter les autres activités de transport et la fabrication de pierres à écraser.

République Centrafricaine

Antoinette, artisane mineuse de diamant de Nola

Antoinette travaille sur l'EMAPE de l'or et du diamant de Nola dans la Sangha M'Baéré depuis 2002. Elle travaille l'or et le diamant en exploitant les berges des rivières. Elle a été ouvrière, tâcheronne dans presque tout le processus d'exploitation artisanale depuis les travaux de décapage jusqu'au traitement des graviers pour la récupération des produits.

Dans l'exercice de ses activités, elle est confrontée aux hommes, le travail nécessitant beaucoup d'efforts physiques. En cela, elle s'est associée aux hommes qui s'occupent de la partie trop physique du travail : décapage du stérile et enlèvement

du gravier. Avec les autres femmes, elle assure le traitement (lavage) et récupère le produit. Elle assure la vente de ses produits elle-même.

Elle est détentrice de droits coutumiers des propriétés, ce qui lui permet de travailler sans contrainte sur les chantiers. Elle a hérité de terres de ses parents. Mais elle a des difficultés à les mettre en valeur du fait que les activités minières artisanales nécessitent beaucoup d'efforts physiques et de moyens financiers.

Pour financer son activité, elle a mis en place avec les autres femmes artisanes mineuses des tontines et concomitamment pratique également d'autres activités génératrices de revenus supplémentaires. Elle conseille aux femmes désœuvrées de s'engager dans les activités minières artisanales et de s'affirmer afin de contribuer efficacement à leur foyer, à leur région et à la République Centrafricaine en général.

FIGURE 3.7 | ANTOINETTE EN ACTIVITÉ AVEC SON GROUPE DE FEMMES ARTISANES MINEUSES EN RCA (AFESMICA, 2022).



Rose-Angèle, présidente de la coopérative COMICA (Nola-Bogoin-Damara)
Rose-Angèle est présente dans l'activité minière artisanale depuis 2003. Elle s'est spécialisée sur l'exploitation du diamant dans la région de Berberati et de Nola (Bilolo). Dans l'exercice desdites activités, elle exploite le diamant en utilisant la technique de plongeon en lit vif. Elle s'est entourée d'une équipe d'hommes et de femmes qui assure toute la chaîne de production jusqu'à l'obtention du produit fini et la commercialisation auprès des comptoirs agréés par l'État.

Dans un esprit de mutualisation des efforts, de recherche de solutions aux problèmes de financement de l'activité et de vente optimale de la production, elle a intégré une coopérative minière au départ comme trésorière générale, et depuis 2 ans elle assure la présidence de la Coopérative Minière de Centrafrique (COMICA). La COMICA détient plusieurs autorisations d'exploitations artisanales.

Les difficultés rencontrées dans l'exercice de cette activité restent l'ensemble des spécificités des aspects culturels qui pèsent sur la femme dans ce domaine, liées au statut de subordination des femmes par rapport aux hommes, toute chose qui freine et dévalorise la participation féminine aux activités liées à l'exploitation artisanale des ressources minérales, limitant par conséquent leur autonomisation économique.

La vision de Rose-Angèle est d'émerger vers un réseau d'entrepreneurs, capable de contribuer de façon significative au développement durable de ses zones d'activités et aborder la semi-mécanisation.

FIGURE 3.8 | ROSE-ANGÈLE EN ACTIVITÉ D'EXTRACTION DU DIAMANT PAR PLONGEON EN RCA (AFESMICA, 2022).



Agnès, de la Fédération des Femmes Entrepreneurs dans les Mines et l'Agro-pastorale de la République Démocratique du Congo (FEMIAC)
Agnès est une femme très active dans les mines et l'agropastoralisme en République Démocratique du Congo depuis de nombreuses années. Elle a commencé très jeune sur les chantiers dans diverses activités de la chaîne de valeur de l'EMAPE. Elle travaille le cuivre et le cobalt. Son rayon d'action ou de travail s'étend sur plusieurs sites de la ville de Kolwezi (notamment le site de Mutoshi et dans les installations industrielles). Elle intègre d'abord une coopérative de femmes mineuses avant de devenir membre de la FEMIAC. Agnès, comme toutes les femmes des coopératives minières, est confrontée à des défis dans l'exercice de son métier :

- Persistance des préjugés sur les femmes chez certains hommes dans le secteur minier qui sont fondés sur les us et coutumes (traditions). Par exemple, il est interdit aux femmes d'accéder aux puits au motif qu'elles vont occasionner la perte du filon. Cette interdiction fait perdre aux femmes le contrôle d'un maillon important dans la chaîne des transactions des minerais ;
- L'existence des actes discriminatoires sous l'expression de « nyoka, moma ye ule » (Gros serpent) ;
- L'absence de zones d'exploitation artisanale dédiées.

La FEMIAC, comme les coopératives qui la constitue, manque de moyens financiers pour entreprendre les travaux de découverture des zones mises à leur disposition par les autorités gouvernementales.

Agnès pense que pour conduire à l'autonomisation complète de leur réseau, le renforcement des capacités en faveur des femmes du secteur minier doit être permanent et l'accès au financement et aux marchés assuré en tenant compte du principe de discrimination positive.

FIGURE 3.9 | AGNÈS, SUR UN DE SES SITES MINIERS ARTISANAUX EN RDC (AGNÈS).



Julienne casseuse des grès de Kombé en République du Congo
Julienne est casseuse de pierres sur le site de Kombé, mairie de Madjibou à Brazzaville depuis sa plus tendre enfance. Il s'agit de grès siliceux utilisé comme matériau de construction. Julienne intègre cette activité attirée par les gains qu'elle rapporte à défaut d'un emploi plus rémunérateur et moins pénible.

Le travail consiste en l'abattage et au concassage en moellons des blocs de grès, ces moellons sont ensuite réduits en granulats de petite taille selon la commande des acheteurs. Julienne travaille en partenariat avec les hommes auprès desquels elle achète parfois les moellons, quand les blocs sont de très grandes tailles, et qu'elle ne peut pas elle-même les réduire en moellons tenant compte des efforts physique à déployer.

Le matériel et les équipements de travail sont rudimentaires : marteaux, massettes, tamis, gants de fortune, chaussettes, etc.

Le travail de la pierre est saisonnier et le site se trouvant sur les rives du fleuve Congo, Julienne s'adonne également au petit commerce et au jardinage en période de crue afin d'engranger des revenus supplémentaires pour ses besoins et ceux de sa famille.

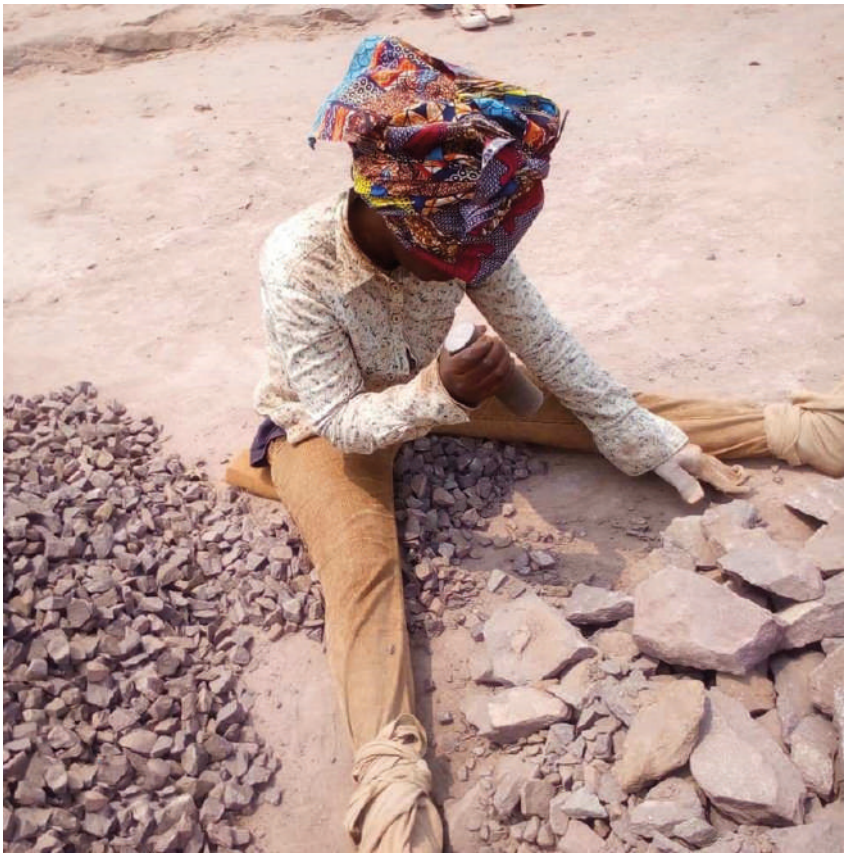
Julienne se fait de temps en temps accompagner par ses filles lycéennes en période de vacances scolaires qui avec cette activité lucrative préparent leur rentrée scolaire. Ces dernières ainsi que leurs frères sont toujours présents sur les sites par manque de placement en garderie.

Julienne et ses consœurs se sont constituées en association dont elle est la présidente, pour mieux adresser leurs préoccupations et mutualiser leur effort. Il s'agit d'une association de 13 groupements d'environ 15 personnes chacun. L'association est encore informelle mais compte environ 200 membres. Elle a déjà bénéficié d'une dotation du ministère en charge du genre en partenariat avec certaines institutions internationales comme le Programme des Nations Unies pour le Développement (PNUD). Ces dons sont constitués, pour l'essentiel, d'équipements, de protection individuelles, de matériel de travail, de kits sanitaires, de pagnes et de divers autres articles de première nécessité. L'association accompagne les femmes en période de grossesse avec des appuis divers, les femmes travaillent jusqu'au 8e mois de grossesse et reprennent le travail 4 mois après la naissance sans bénéficier d'indemnités liées.

L'association, aidée par d'autres organisations telles l'AFEMICO, sensibilise aux dangers liés au concassage manuel des pierres.

Julienne, au travers de l'association, voudrait, après sa formalisation, mettre en place un système de tontine pour acquérir des équipements plus adaptés à leur tâche, mettre en place un système de garderie, et appuyer davantage les femmes pendant leur période de maternité, et surtout travailler à la recherche de financement pour faire prospérer leur activité.

FIGURE 3.10 | JULIENNE, EXPLOITATION DE GRÈS SUR LE SITE DE KOMBÉ À BRAZZAVILLE EN RÉPUBLIQUE DU CONGO (AFEMICO, 2022).



3.2.6. Pour une autonomisation optimale des femmes sur les EMAPE

Le développement des projets miniers artisanaux présente des opportunités et des risques spécifiques pour les femmes. D'un côté, les impacts négatifs réels et potentiels liés au développement de ces projets renforcent les inégalités et la marginalisation des femmes sur les sites et chantiers miniers. De l'autre côté, les chantiers sont développés dans des régions rurales au sein desquelles les femmes sont assimilées aux groupes vulnérables en raison notamment de leur condition d'extrême pauvreté. Bien que la pauvreté touche la quasi-totalité de la population, les données disponibles démontrent que les femmes sont les plus affectées. La discrimination est très évidente entre les hommes et les femmes dans les zones d'EMAPE.

Afin que les hommes et les femmes bénéficient équitablement des opportunités qu'offre le secteur des EMAPE, et que l'inégalité entre l'homme et la femme ne soit pas perpétrée ou renforcée dans le secteur en Afrique Centrale et du Nord francophones, plusieurs défis restent à relever. Des actions restent à entreprendre pour harmoniser la compréhension de la situation de la femme, examiner les politiques publiques et les mécanismes étatiques de promotion des femmes, faire entendre plus haut et ensemble la voix des femmes et proposer des pistes d'amélioration de cette situation.

Recommandations pour une autonomisation optimale des femmes sur les EMAPE

Pour améliorer la situation des femmes sur les EMAPE en Afrique Centrale et du Nord francophones, une série d'actions doit être entreprise par toutes les parties-prenantes.

État

- Documenter le travail des femmes des EMAPE, afin de disposer d'une base de données quantitative et qualitative plus importante sur les activités directes et indirectes (biens et services) réalisées par les femmes sur les sites miniers ;
- Accentuer l'encadrement des artisanes mineuses sur le terrain en intégrant la perspective du genre au travers des structures d'encadrement dédiées ;
- Réaliser des rencontres et moments de partage, ou des ateliers en collaboration avec les organisations de la société civile, avec les femmes et les hommes travaillant dans les mines, en intégrant les chefs coutumiers et les administrations en charge des mines, pour permettre la participation des femmes aux activités extractives au même titre que les hommes ;
- Former les femmes aux droits des femmes, au leadership féminin, en plaidoyer et en entreprenariat minier. Sensibiliser, former et appuyer les femmes pour qu'elles s'organisent en associations, en mutuelles d'épargne ou en coopératives et les accompagner dans le développement d'initiatives locales de développement, de leadership et d'activités génératrices de revenus, afin de briser

leur isolement et leur donner une force collective qui leur permettra d'améliorer leurs conditions de vie et celles de leurs familles ;

- Organiser des journées de sensibilisation sur les sites miniers :
  - Convention relative aux droits des enfants, notamment sur le droit à l'éducation, à un environnement sain et sécuritaire, dans le but de trouver des solutions au travail des filles et des garçons dans les foyers miniers ;
  - Droits des femmes pour trouver des solutions aux discriminations à l'égard des femmes et des filles ;
  - Violences sexuelles et les violences basées sur le genre, et sur les modes de transmission et de prévention des infections sexuellement transmissibles et le VIH/SIDA ;
  - Santé reproductive pour les femmes et les hommes, incluant les jeunes femmes et hommes.
- Faire un plaidoyer auprès du gouvernement central et provincial, en consultation avec les collectivités minières, pour l'élaboration d'une politique d'encadrement des filles et des garçons (mineurs) travaillant dans les mines artisanales ;
- Mener un plaidoyer auprès des instances habilitées pour faire en sorte que les femmes dans l'artisanat minier soient considérées aussi bien dans les manuels de procédures que dans le listage des critères de sélection des projets communautaires éligibles au financement ;
- Faire un plaidoyer auprès des autorités politiques en charge des mines, au niveau national et local, pour l'obtention de zones d'exploitation artisanale minière, en impliquant systématiquement les femmes dans le processus d'octroi, en s'assurant de leur participation pleine et entière au même titre que les hommes et ce, à tous les niveaux ;
- Réaliser un plaidoyer auprès des autorités politiques en charge des mines pour obtenir l'assurance que l'approche sexo-spécifique soit prise en compte dans les processus de qualification et de validation des sites miniers ;
- Faire un plaidoyer pour l'intégration de la perspective du genre, notamment des dispositions en faveur des droits des femmes dans l'artisanat minier et de leur protection.

Organisation de la société civile

- Notamment les organisations de femmes : à veiller à l'évaluation régulière de la mise en œuvre des résolutions relatives à la protection et à la promotion des droits des femmes en tenant compte du secteur minier ;
- Définir des stratégies et mener des campagnes de sensibilisation pour l'éducation des filles au niveau secondaire et supérieur ;
- Vulgariser les textes nationaux, régionaux et internationaux relatifs à la protection et à la promotion des droits des femmes ;
- Mobiliser les ressources humaines, matérielles et financières pour la mise en œuvre des recommandations sus mentionnées.

Aux ONG internationales

- Collaborer avec les ONG locales qui sont réellement sur le terrain dans les efforts d'amélioration des conditions de vie des femmes et des enfants des sites artisanaux ;
- Mobiliser les fonds au profit des ONG locales pour renforcer leurs activités relatives aux droits des femmes et des enfants dans le secteur minier.

Organisation et structuration des femmes artisanes mineuses en groupements socio-professionnels

L'une des recommandations majeures est la formalisation de l'activité des EMAPE est la constitution en groupements socio-professionnels. Les femmes des EMAPE des pays de l'Afrique Centrale et du Nord francophones sont déjà constituées en coopératives ou en groupes d'initiatives communes (GIC). Mais, elles se heurtent toutes à une série d'obstacles qui entravent la réalisation de leur potentiel : accès à des opportunités de partenariats business to business (B2B) entre les coopératives, accès des femmes aux marchés locaux, nationaux et internationaux, création de plateforme d'échange virtuelle.

Le problème majeur des coopératives et des GIC n'est pas la constitution, mais la professionnalisation de l'activité. Les coopératives sont mal gérées du fait du manque de compétences de ses membres qui n'ont pas de compétences en gestion, comptabilité, commerce et mercatique et même pour les aspects techniques comme l'exploration, l'exploitation, la gestion optimale de l'environnement minier ou encore la recherche de financements. La mise en réseau pourrait apporter davantage de solutions au travers le partage d'expériences et les voyages d'études.

Mise en réseau des associations nationales des femmes du secteur minier

Le Réseau des Femmes du Secteur Minier de l'Afrique Centrale (REFESMAC) est un réseau d'associations nationales de femmes exerçant dans divers domaines du secteur minier.

Il a pour mission :

- Identifier les voies et les méthodes pour augmenter la participation des femmes dans la gestion des ressources minérales et leur valorisation ;
- Identifier des stratégies pour favoriser la participation des associations nationales dans l'élaboration et la réalisation des programmes nationaux et régionaux sur la gestion des ressources minérales et leur valorisation ;
- Favoriser l'implication des femmes dans la gestion des ressources minérales par l'information, la formation, le recyclage et leur participation à la prise de décisions sur les questions liées à la gestion des ressources et à leur valorisation ;
- Promouvoir la bonne gouvernance dans le secteur minier ;
- Améliorer la communication, le partage de bonnes pratiques et la mutualisation des connaissances entre les associations nationales.

Le **REFESMAC** regroupe sept pays de l'Afrique Centrale : Cameroun, République Centrafricaine, République du Congo, République Démocratique du Congo, Gabon, Guinée Équatoriale et Tchad. Parmi ces pays, 5 ont déjà mis en place une association des femmes du secteur minier et 2 dans les démarches de création de cette dernière. Les associations nationales ont entrepris de nombreuses actions qui concourent au renforcement des capacités des femmes des EMAPE et de leur communauté.

Cameroun

L'Association des Femmes du Secteur Minier du Cameroun est active depuis juin 2016, date de sa création. Elle a activement œuvré au renforcement des capacités des femmes artisanes mineuses et à l'amélioration des conditions de vie des femmes et filles des communautés minières. Plusieurs actions ont été entreprises dont la sensibilisation, la formation, la distribution des équipements individuels et les actions pour la formalisation de l'activité. Toutes ces actions avaient pour finalité l'accès au droit pour les femmes, le renforcement du pouvoir économique des femmes, la lutte contre les violences basées sur le genre, une meilleure gestion de l'environnement minier, la lutte contre le travail des enfants et des plaidoyers pour plus d'inclusion des femmes dans les projets miniers. Les projets phares développés sont entre autres :

- **Projet « AFEMIC pour un cartable : sortons nos enfants des chantiers miniers, l'avenir des enfants se trouve à l'école »**. Ce projet est une action de sensibilisation des parents en zone minière sur l'importance de la scolarisation des enfants, une action de solidarité envers les parents pour les soutenir dans ce cadre en dotant leurs enfants en fournitures scolaires pour que progressivement, ils sortent leurs enfants des chantiers miniers afin de leur permettre d'avoir le droit à l'éducation.
- **Projet de renforcement de la résilience et de la riposte des groupes des femmes artisanes mineuses dans les secteurs de la pierre de Pouma (région du Littoral) et des argiles de Marom (région de l'Ouest) en réponse à la COVID-19 financé par le PNUD**. AFEMIC à travers ce projet voulait non seulement apporter un appui au développement des activités des femmes des minéraux du développement, mais aussi renforcer leurs capacités en termes de sécurité, santé et environnement au travail en cette période très délicate de pandémie. Le projet a été subdivisé en trois phases : (1) intervention d'urgence ; (2) amélioration de la santé et de la sécurité au travail, à domicile et au niveau communautaire et (3) soutien à la continuité des activités.
- **Projet d'autonomisation des femmes artisanes mineuses du secteur minier artisanal de la région de l'Adamaoua (AFAMARA)** au Cameroun, financé par Care International et en cours de réalisation). Axé sur trois thématiques : (1) la lutte contre les violences basées sur le genre, (2) le renforcement du pou-

voir économique des femmes et (3) l'accès au droit pour les femmes. Le projet s'étendra sur 12 mois (1er septembre 2022 au 1er août 2023).

FIGURE 3.11 | LANCEMENT DU PROJET AFAMARA (AFEMIC, 2022).



République Centrafricaine

La République Centrafricaine a une association nationale dénommée Association des Femmes du Secteur Minier de Centrafrique (AFESMICA), créée le 5 avril 2019 par une Assemblée générale élective et reconnue le 14 mai 2019 par la décision n°219/MATD/DIRCAB/DGAT/DAPCA/SASE du ministère de l'Administration du Territoire et de la Décentralisation.

Dès sa mise en place, l'AFESMICA a entrepris plusieurs actions en faveur de l'EMAPE et surtout des femmes de ce sous-secteur d'activité :

- Renforcement de la capacité opérationnelle des femmes de l'artisanat minier financé par la Banque mondiale avec l'appui de la présidente du Réseau National des Femmes dans les Mines (RENAFEM) ;
- Mission de sensibilisation des femmes de l'artisanat minier dans la région de Yaloke ;
- Mission de sensibilisation sur les gestes barrières contre la COVID-19 effectuée à Yaloke ;
- Mission de renforcement de la capacité des femmes de l'artisanat minier et mise en place de la représentativité de l'AFESMICA dans les zones : Carnot, Berberati, Nola et Boda, financée par le projet « Droit de Propriété et de l'Artisanat Minier » (DPAM, USAID) ;
- Organisation d'une conférence-débat autour du thème : « **Le leadership féminin dans les économies rurales des zones minières pour un futur égali-**

taire dans le monde de la COVID-19 », financée par DPAM, USAID, en prélude de la Journée Internationale de la Femme 2021 ;
- Organisation d'un atelier de sensibilisation sur la violence basée sur le genre à l'égard des femmes et des filles dans le secteur minier ;
- Organisation d'un atelier d'échange sur « **L'égalité du genre dans le secteur minier pour un avenir durable en République Centrafricaine** », en prélude de la Journée Internationale de la Femme 2022.

République du Congo

L'Association des Femmes des Mines du Congo (AFMICO) est née de la volonté des femmes évoluant dans le secteur des mines, de mutualiser leurs efforts, afin de lutter contre les inégalités basées sur le genre dans la promotion et l'intégration de la femme dans toutes les branches et sphères de responsabilités du secteur.

L'AFMICO a pu réaliser quelques activités en dépit de la pandémie de COVID-19 :
- Formation des femmes casseuses afin de leur permettre de s'ouvrir à d'autres activités pendant la période des montées des eaux par le Centre de Recherche, d'Information et de Documentation sur la Femme ;
- Remise de kits aux casseuses de pierre de Kombé après la période de confinement.

République Démocratique du Congo

L'initiative « DRC Women In Mining » (WIM.DRC) est née lors de la tenue à Lubumbashi, au mois de juin 2019, de la « Mining Week ». Le lancement de la WIM.DRC était la concrétisation de la volonté des femmes des mines de se regrouper afin de travailler en synergie et d'être efficaces dans le désir de voir leur voix porter, leurs compétences être reconnues et leur participation à la recherche des solutions dans le secteur des mines effective.

WIM.DRC est une plateforme de dialogue multi-acteurs : (1) les femmes et les organisations féminines issues des secteurs miniers artisanal et industriel, la société civile et l'administration publique en charge des mines et les hommes qui ont le souci de la promotion de la femme. La WIM.DRC regroupe toutes les provinces minières de la RDC. De nombreuses actions ont été prises en faveur des femmes des EMAPE depuis sa création :
- Construction de la plateforme WIM.DRC et sa formalisation. La WIM.DRC est une plateforme de dialogue multi-acteurs déjà reconnue au niveau national et local et enregistrée sous le F92/44.412 n°JUST/SG/20/23.416/2020. Personnalité juridique délivrée courant 2022 ;
- Présentation de la WIM.DRC au niveau national et dans certaines provinces minières du pays ;

- Mise sur pied des comités WIM dans les entreprises minières et adhésion des leaders féminines des coopératives minières et organisations de la société civile du secteur minier à la WIM.DRC et des comités WIM provinciaux ;
- Présentation de la WIM.DRC à la haute hiérarchie du Secrétariat des Mines au niveau national ;
- Participations aux ateliers et conférences organisés dans le pays sur la question minière : SARW/OSISA, COTECO/BIT, IDAK, Groupe de Travail Principes Volontaires de Sécurité et Droits de l'Homme dans le secteur minier, la Chambre des Mines, Fair Cobalt Alliance, CISTEMA, etc. ;
- Les thématiques abordées : assainissement de la chaîne d'approvisionnement des minerais de la RDC, l'exploitation artisanale en RDC, la lutte contre le travail des enfants dans les mines, les impacts de la COVID-19 sur les femmes, l'entrepreneriat féminin, etc. ;
- Participation aux formations sur : Comply Chain, la loi sur les droits des femmes et l'élimination de toutes les formes de discrimination à l'égard de la femme et sur les violences sexuelles, la diligence raisonnable et l'évaluation des risques le long de la chaîne d'approvisionnement du cobalt, etc. ;
- Lancement des activités d'identification des enfants sur les sites miniers artisanaux par le projet PABEA ;
- Sensibilisation des ménages exploitants pour une migration des mines artisanales vers les activités alternatives comme l'agriculture, l'élevage, etc. ;
- Encadrement des artisans dans la production des bijoux en pierres de couleur (malachite, œil de tigre, grenat, etc.).

FIGURE 3.12 | LANCEMENT DU PROJET « FEMMES DANS LES MINES » SARW/OSISA À KINSHASA (WIM DRC, 2022).



Gabon

Suites aux échanges sous-régionaux et même au-delà, le projet de création de l'Association Gabonaise du Secteur Extractif a été initié en janvier 2020. Un dossier de création en bonne et due forme a été déposé au ministère de l'Intérieur. Malgré les interpellations à l'issue du déménagement des locaux de ce dernier, aucune suite ni volonté concernant le traitement de la demande n'a été enregistrée.

En perspective, une lettre de relance sera adressée au ministre de l'Intérieur, et pour donner force à celle-ci, elle pourrait être accompagnée d'une lettre de motivation émanant de la responsable sous-régionale ou régionale.

Cependant, le secteur minier artisanal demeure informel faute d'une bonne gouvernance. Il concerne essentiellement l'or et regroupe des milliers d'exploitants illégaux et peu de gabonais. Les dispositions règlementaires en vigueur ne sont pas appliquées, tant sur le cadre organique que la régularisation, le suivi ou le contrôle. Sur les exploitations minières artisanales, les femmes représentent généralement moins de 5 % des personnes. Elles sont commerçantes d'une part, et/ou compagnes d'orpailleurs d'autre part. En outre, les enfants sont présents sur lesdites exploitations.

En recommandation, la porosité des frontières commande non seulement la volonté manifeste de la prise en charge du secteur minier artisanal par les plus hautes autorités du pays, mais aussi la synergie des services compétents au-delà de l'Administration en charge des mines.

Tchad

Le Tchad a aussi depuis quelques mois son association de femmes du secteur minier. Elle est également dans le processus du lancement de diverses activités.

Guinée Équatoriale

Dans le processus de mise en place d'une association nationale avec les appuis de leurs consœurs d'Afrique Centrale.

3.3. References

Bokondu M.G., Cihunda H.J., 2021. La présence, le rôle et la responsabilité de la femme dans l'industrie minière en République Démocratique du Congo. Southern Africa Resource Watch, 64 p.

Gisèle Eva Côté, 2014. Les femmes dans le secteur minier artisanal de l'or en République Démocratique du Congo, Partenariat Afrique Canada, 24 p.

Jaillon A., De Brier G., 2019. Cartographie des sites miniers artisanaux dans l'ouest de la Centrafrique. IPIS/USAID, 104 p.

Kabamba M.R., 2016. État des lieux de l'implication de la femme dans le secteur minier en République Démocratique du Congo. Promine et Banque Mondiale, 29 p.
Meireles C., Edmonds Casper N., 2021. Les femmes dans l'industrie minière – Parvenir à l'égalité hommes-femmes. OIT, 69 p.

Richard M., Moher P., Hamza, D. 2015. La santé dans l'orpaillage et l'exploitation minière artisanale. Un manuel pour instructeurs. Artisanal Gold Council, Victoria, BC. ISBN: 978-0-9939459-3-9, 76p.

Service Julie, 2022. Implication des femmes dans l'exploitation artisanale des minéraux du développement : cas des casseuses de pierre de Kombe, République du Congo, Ministère des Indsutries Minières et de la Géologie, 5 p.

Tychsen, J., Charles, N. (Eds), 2019. La mine artisanale en Afrique de l'Ouest francophone. Service géologique du Danemark et du Groenland (GEUS) et Service géologique de France (BRGM), 300p.

Toteu S.F, Tychsen J., Essomba J.M., Omgba B.P.M., Ojong Agbor K., Ngo Bidjeck Bondje M.L., 2021. ASM Handbook for Cameroon (Mine Artisanale et à Petite Échelle au Cameroun). PRECASEM, Cameroun, 176 p.

Triest F., 2012. Le secteur minier artisanal à l'est de la RDC : état des lieux et perspectives. Commission Justice et Paix Belgique francophone, 13 p.

Women in Mining DRC, 2022. Atelier d'évaluation des activités des femmes dans les mines en RDC, 2021 et planification pour 2022. Rapport annuel WIM DRC 2021, 39 p.





4. Développement durable à partir de pierres précieuses : défis et opportunités pour les mineurs artisans d'Afrique. Partie 1 - Étude de cas : essai sur la mise en place d'un projet de bijouterie fine, expérience avec un groupement d'artisans-mineurs

Par Herizo HARIMALALA TSIVERISOA
Consultante et experte en valorisation des pierres gemmes

4.1. Introduction

Le continent africain et doté d'une culture unique en bijouterie et joaillerie : chaque zone, chaque pays a sa propre culture liée à la bijouterie :

- Bijoux Touareg de l'Afrique de l'Ouest ;
- Perles Massaï de l'Afrique de l'Est ;
- Ndebele de l'Afrique Australe (Afrique du Sud, Zimbabwe) ;
- Ornements en or au Ghana et en Afrique Centrale pour la cérémonie du mariage.

FIGURE 4.1 | BIJOUX TRADITIONELS DE QUELQUES TRIBUS AFRICAINES. (A) BIJOUX MASSAÏ, (B) BIJOU EN OR D'AFRIQUE DE L'OUEST, (C) BIJOUX TOUAREG (PINTEREST, 2022).



FIGURE 4.2 | (A) SAPHIR TAILLÉ DE COULEUR ARC-EN-CIEL, (B) LE MÊME LOT MONTÉ EN BRACELET AVEC DE L'OR (HERIZO HARIMALALA, 2022).

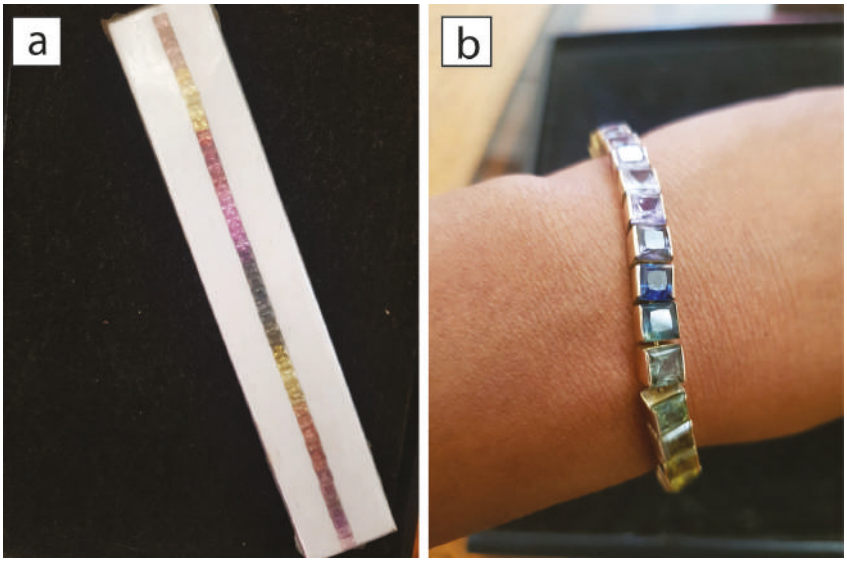


FIGURE 4.3 | JEUNE FEMME MALGACHE TRAVAILLANT À DOMICILE, ENFILAGE DE BIJOUX FANTAISIE À BASE DE BILLES EN MATIÈRES RECYCLÉES (ALUMINIUM, CUIR, PIERRES DE MOINDRE QUALITÉ) (HERIZO HARIMALALA, 2022).



4.2. La chaîne d'approvisionnement en joaillerie

SCHEMA A METTRE

4.3. Faits et données sur le secteur joaillerie

L'Afrique est la principale source pour les matières premières utilisées en bijouterie (or, platine, argent, pierres de couleur et diamant), ainsi que les métaux d'alliage (ex. nickel, cuivre, zinc).

L'exploitation artisanale d'or est significative en Afrique, elle est même majoritaire dans certains pays comme le Ghana et le Mali.L'ITIE (Initiative pour la transparence dans les industries extractives) a reporté en 2015 plus de 1 300 groupes miniers à petite échelle enregistrés au Ghana. Ces groupes sont dans les activités d'extraction d'or, de diamant et de minerais industriels (EITI, 2022).

Les données précises sur le secteur sont peu disponibles. Le marché mondial de la joaillerie est estimé à 230 milliards US$ en 2019, et projette d'atteindre 290 milliards US$ en 2025 faisant ainsi de ce marché le plus prometteur du secteur de la mode et des accessoires de luxe, dont 213 millions US$ rien que pour le marché africain (BAD, 2021).

En terme de production, l'Afrique du Sud a découvert ses premières mines d'or dans le bassin de Witwatersrand en 1886, faisant du pays le principal producteur mondial d'or en 1898. L'année la plus productive a été 1970 où plus de 1 000 t Au ont été extraites, représentant plus des trois quarts de la production du monde occidental. Aujourd'hui, ce sont près de 500 t Au qui sont extraites chaque année. À noter que le Ghana (ancienne Gold Coast ou Côte de l'Or) extrait toujours le métal précieux, à raison de 75 t Au/an (Rakotonirina, 2006).

D'un autre côté, les activités relatives aux pierres de couleur génèrent un revenu de plusieurs milliards de dollars par an. C'est un marché prospère et prometteur pour les artisans mineurs des pays producteurs dont beaucoup de pays d'Afrique. Le marché mondial des pierres gemmes est estimé à 23 milliards US$ dont 2,5 milliards rien que pour le rubis, le saphir et l'émeraude (Shortell et Irwin, 2017). Les pierres gemmes fournissent un emploi direct a deux millions de personnes en Afrique sub-saharienne (Hilson, 2009). Le secteur informel, très répandu en Afrique, et les exploitations gérées par les gouvernements comptent pour 90 % de la production mondiale de pierres.

Le marché local africain est dominé par les bijouteries de fantaisie pour leur prix accessible par rapport à l'or et au diamant, mais également pour leurs caractères tra-

ditionnels amenant un certain esprit d'appartenance au continent pour les locaux. L'esprit de la mode invite la société africaine à un marché de consommation, propice pour les accessoires accessibles comme la bijouterie de fantaisie (BAD, 2021).
Pour les raisons énumérées ci-dessus, le marché de la bijouterie peut contribuer largement à l'économie nationale et régionale, pour ne citer que la création d'emplois et la contribution à l'économie du continent tout au long de la chaîne de valeur.

FIGURE 4.4 | JEUNE FEMME MALGACHE CRÉATRICE DE BIJOUX FANTAISIE EXPOSANT SES CRÉATIONS PENDANT UNE FOIRE LOCALE (MIRANA BIJOUX, 2015).



4.4. Objectifs de la partie 1

Ce chapitre n'est pas un plan d'affaires ou un modèle d'affaires pour la création d'entreprise de joaillerie bien que des détails techniques tels que les équipements de base et une liste du personnel-clé soient fournis en annexe.

Ce chapitre vise à :

- Partager les expériences vécues et traversées par un groupement de mineurs artisans basés à Madagascar ;
- Énumérer les leçons apprises dans leur contexte et à améliorer les activités futures pour un projet similaire ;
- Donner un aperçu de la réalité des chaînes de valeur et d'approvisionnement du point de vue administratif, technique et industriel, logistique, environnemental, et l'approche du genre ;
- Fournir des recommandations et suggestions.

4.5. Brève description du projet de joaillerie

Une association d'artisans mineurs, regroupant des opérateurs de la chaîne d'approvisionnement en or et en pierres de couleur, a étudié la faisabilité et la viabilité d'un projet-pilote de bijouterie fine, dans son contexte à Madagascar. Le but du projet est de créer des valeurs ajoutées au niveau local, de créer des emplois pour les femmes, de collaborer et tisser des partenariats techniques et financiers entre producteurs locaux.

Les objectifs spécifiques du projet-pilote de bijouterie sont :

- Faisabilité technique ;
- Faisabilité financière pour qu'après lancement, le projet continue à fonctionner, demeure rentable et autonome ;
- Faisabilité logistique pour satisfaire une demande internationale croissante.

Les grands points du cahier des charges du projet :

- Identification de chaque maillon de la chaîne d'approvisionnement sur le secteur : les designers, les centres de formation, les ateliers de manufacture de bijoux, les ateliers de taille des pierres, le raffinage des métaux, les centres de certifications des métaux et des pierres ;
- Réalisation de quelques bijoux comme prototypes.
- Identification des forces et faiblesses de la chaîne de valeur et d'approvisionnement.

4.6. Structure du projet-pilote

- Une unité de coordination chargée de la mise en place avec des pannels d'experts dans tous les domaines du métier de joaillier dont la joaillerie, formateur en bijouterie et lapidairerie, design, gemmologie, mercatique, logistique, législation, finance, développement ;
- Une unité technique répartie en trois spécialités : l'exploitation minière, l'or, les pierres de couleur et la joaillerie ;
- Une unité commerciale chargée de la communication, mercatique, logistique et administration non-financière.

Ces rôles sont distribués parmi les membres de l'association, des personnes ressources externes ont renforcé l'équipe tout au long de la réalisation du projet.

4.7. Étapes du projet-pilote

- Conception du plan d'affaires du projet ;
- Mise en place des activités : identification des communautés et membres de l'association éligibles pour participer au projet-pilote, les partenaires d'appui technique et financier, les fournisseurs en technologie et en matières premières ;
- Lancement du projet par la recherche de nouveaux talents ;
- Formation des équipes de réalisation : sur la bonne technique de fabrication, la norme d'hygiène et de sécurité, les bases sur la technique de design pour les créations et le packaging, l'éthique sur le métier de gemmologie et de joaillerie, l'approche inclusive pour la promotion de l'approche du genre et l'intégration des minorités dont les personnes à mobilité réduite, la mercatique et la communication ;
- Mise en place et réalisation du projet : organisation de concours de designers, fabrication des prototypes, promotion mercatique.

4.8. Conclusions du projet-pilote

4.8.1. Dominance des techniques artisanales

L'extraction des gemmes dans le monde est dominée par les techniques artisanales, seule une mine d'émeraude en Zambie est exploitée à grande échelle en Afrique.

D'après un rapport de la Banque Mondiale, l'EMAPE (Exploitation Minière Artisanale et à Petite Échelle) est estimée être le deuxième plus grand employeur, après l'agriculture à Madagascar, et l'un des principaux pourvoyeurs de revenus pour les populations rurales (Faure, 2015). L'extraction et le commerce des pierres précieuses

sont susceptibles d'être une activité secondaire ou saisonnière pour de nombreux opérateurs du secteur.

La contribution de l'EMAPE au PIB est difficile à mesurer en raison du grand nombre de mineurs informels et des données peu fiables sur le secteur. On estime que 450 000 à 500 000 personnes sont impliquées dans l'EMAPE à Madagascar, y compris l'or, le cuivre, le mica, les minéraux du développement, avec 150 000 actifs dans la production artisanale de saphir dont la moitié sont des femmes (Lawson, 2016).

Quant à la transformation, les ateliers sont en majorité des ateliers individuels et familiaux avec moins de deux employés. Pour le cas de Madagascar, ces derniers sont principalement concentrés sur les grandes villes, notamment à Antananarivo dans la capitale pour des raisons diverses: les clients y sont localisés, les commodités y sont plus vastes et accessibles (Rakotonirina, 2006).

Le secteur informel et illégal domine le secteur bijouterie de luxe à Madagascar à hauteur de 80 % (Rakotondrasoa, 2017).

4.8.2. Infrastructures d'appui existantes

Les bijoutiers expérimentés sont habiles, précis et capables de travailler avec minutie sur les matériaux précieux. Une notion de chimie pour maîtriser les alliages divers s'ajoute à ces qualités.

Le savoir-faire, l'expérience, de bons équipements sont la clé de la bonne réputation des lapidaires asiatiques dont le Sri Lanka et la Thaïlande. De la même manière, les joailliers européens sont formés par des écoles spécialisées et se perfectionnent régulièrement pour maintenir leur haut niveau de compétence.

Pour le cas de Madagascar, les infrastructures pour professionnaliser et appuyer le secteur existent telles que :

- Centres de formation homologués des métiers relatifs à l'industrie des pierres et de la bijouterie et ainsi ajouter de la valeur aux pierres brutes, aux métaux précieux. Les formations existent mais restent peu accessibles de par leur frais de scolarité élevés. On a inventorié cinq centres de formation en gemmologie, lapidaire et bijouterie dans toute l'île dont quatre rattachés à l'université et un dans le privé. Ces formations sont toutes payantes et exigent un niveau universitaire pour y être admis. Quatre de ces cinq centres sont localisés dans la capitale et un dans la ville minière et agraire d'Antsirabe ;
- Centres d'affinage de l'or : il y a quatre opérateurs privés aptes à raffiner l'or à 99,5 % de pureté. Aucun de ces opérateurs ne répond à l'exigence mondiale d'or raffiné à 999,9 millièmes, plus utilisé en joaillerie industrielle ;

- Centres de certification de qualité et d'identification des pierres et des métaux. Il y a quelques laboratoires privés homologués à Madagascar, concentrés dans la capitale et leurs prestations sont payantes. Ces laboratoires et centres de certification sont nécessaires pour confirmer la pureté des métaux et l'identification de pierres et ainsi de maintenir la confiance entre clients et bijoutiers/lapidaires. Les certificats et documents de centres ayant une habilitation ou une homologation internationale est indispensable pour les transactions internationales, mais également requises dans certain cas de certification et de processus de traçabilité.

Des pays d'Afrique riche en pierres et en or comme la Zambie, le Nigeria, l'Afrique du Sud, la Tanzanie, le Kenya, l'Éthiopie ont également investi dans des centres de formation et de certification, la modernisation des techniques et des équipements. Ces centres visent à professionnaliser les métiers de joaillier et apportent des solutions tangibles et méritent d'être décentralisés et renforcés.

FIGURE 4.5 | CENTRE DE FORMATION EN LAPIDAIRERIE EN ÉTHIOPIE (ZO HARIMALALA, 2015).



FIGURE 4.6 | GROUPE DE PROFESSIONNELS DU SECTEUR DURANT UNE SESSION DE RENFORCEMENT DE CAPACITÉ AU MALAWI (HERIZO HARIMALALA, 2018).



4.8.3. Un savoir-faire local et international discret mais disponible

Les centres cités précédemment ont formé des centaines de professionnels locaux et étrangers. Les personnes formées travaillent comme professionnels dans le pays ou à l'étranger comme à Maurice, en Europe et aux États-Unis. Il y a aussi des ateliers spécialisés en haute joaillerie qui ont pu importer des savoir-faire soit par la formation spécialisée de ses ouvriers par des experts étrangers, soit en envoyant leurs ouvriers se former en Europe, en Asie ou à l'île Maurice.

Pour Madagascar, les lapidaires et bijoutiers locaux ont une longue expérience empirique et ont su conserver et valoriser le savoir-faire local et traditionnel. On note également une forte capacité de résilience des artisans locaux quant à la fabrication d'outillage local simplifié mais assez performant.

Or ce projet a révélé que les professionnels locaux qualifiés pour réaliser de la haute joaillerie sont peu nombreux malgré des centres de formation locaux. Madagascar est un pays à la population jeune mais la main-d'œuvre qualifiée et certifiée dans le secteur de la joaillerie reste insuffisante et le nombre de diplômés à ce jour n'est pas assez nombreux pour répondre aux besoins d'une production industrielle.

La réalisation de ce projet a également démontré que la majorité des designers, joailliers, exportateurs en haute joaillerie sont basés à l'étranger, en Europe notamment. D'après l'interview avec l'un d'eux, la principale raison est la proximité des clients mais également et surtout les facilités offertes dans les pays développés. Le système bancaire y est très fiable, la technologie y est accessible, le savoir-faire et les services professionnels hautement qualifiés y sont disponibles. Bref, les pays développés offrent plus d'opportunités, de visibilité et le climat des affaires y est attractif et compétitif. Ces derniers cherchent à établir ou renforcer des connections professionnelles dans le pays mais ne souhaitent pas quitter leur pays d'adoption pour s'installer définitivement dans leur pays d'origine pour les raisons citées plus haut. Certains de la diaspora sont tout de même prêts à parrainer, à former les jeunes talents locaux au travers des projets de partenariat.

4.8.4. Marché international

Quelques lapidaires et joailliers malgaches fournissent régulièrement les grands joailliers du luxe international comme Piat, Tiffany's et des clients internationaux qui souhaitent rester anonymes. Ces partenariats sont nés principalement par recommandation ou par une rencontre lors des foires internationales.

D'après l'interview avec deux de ces fournisseurs malgaches, le marché international est accessible si l'on est apte à satisfaire la demande :

- En qualité avec des ouvriers performants et du matériel de pointe ;
- En quantité avec un système d'approvisionnement constant en consommables et en matières premières ;
- Dans le délai suivant un calendrier bien défini.
- La confiance et la réputation de ces fournisseurs locaux se sont bâties sur leur professionnalisme qui par la suite a généré les commandes de grandes marques. L'accès au marché international est l'un des problèmes majeurs évoqués par les artisans mineurs, mais les interviews avec ceux qui ont percé le marché durant l'exécution de ce projet a démontré que le marché international se crée non seulement par une bonne réputation, mais aussi par une aptitude professionnelle confirmée.

Mais la réalisation du projet a également identifié les défis énumérés dans les paragraphes suivants.

4.9. Les défis à relever pour mettre en place une joaillerie industrielle à Madagascar

4.9.1. Un approvisionnement régulier peu fiable

Malgré un potentiel géologique et minier conséquent et une exploitation tout au long de l'année dans certaines régions, la production est variable et donc la capacité à honorer des commandes régulières répondant à des critères qualitatifs et quantitatifs spécifiques est difficile pour les artisans, surtout pour les pierres (Tilghman, 2005).

Les raisons de cette incapacité à honorer une production régulière sont :

- Le caractère saisonnier des activités d'exploitation qui fait varier le volume de production, donc les exploitants et les collecteurs sont rarement aptes à approvisionner régulièrement une certaine quantité et qualité ;
- Les techniques d'exploration et d'exploitation par les artisans : le choix des sites miniers par la ruée au lieu d'utiliser une technique d'exploration scientifique par les mineurs aboutissent à une production imprévisible.

De par le fait d'un approvisionnement irrégulier, l'offre et la demande influencent drastiquement les prix et les investissements sur les matières premières. Certains exportateurs en Afrique déplorent les difficultés à répondre à la demande et doivent attendre des mois pour honorer les commandes (Federman, 1990). Le marché des matières premières est ainsi peu fiable et le volume d'investissement trop volatile.

FIGURE 4.7 | RESTE D'UN LOT DE SAPHIRS BRUTS APRÈS TRIAGE DES PIÈCES DE PREMIER CHOIX. LOT EXTRAIT DES MINES D'ILAKAKA À MADAGASCAR, L'ÉQUIVALENT D'UNE PRODUCTION DE QUATRE SEMAINES PAR UN GROUPE DE DOUZE ARTISANS MINEURS (MAHAFEHY NIRINA, 2022).



4.9.2. Un système bancaire et financier complexe

L'industrie de la bijouterie et de la lapidairerie nécessite un niveau d'investissement conséquent. Or, l'accès aux financements pour les artisans reste un défi majeur pour développer le secteur.

À Madagascar, le système bancaire peut être lent et complexe. Les conditions et les restrictions pour la création et l'accès à un compte en devise étrangère sont très limitées pour les nationaux. Les frais exorbitants et la lourdeur des procédures pour recevoir ou envoyer de l'argent est un handicap pour le secteur, surtout pour une procédure d'exportation. À titre d'illustration, recevoir une certaine somme demande un certificat de résidence du bénéficiaire, des attestations et des justificatifs du fond comme des copies des contrats. La procédure pour collecter, soumettre et valider ces documents retardent gravement les prestations car transférer de l'argent depuis l'étranger vers Madagascar ou vice versa peuvent parfois prendre jusqu'à six semaines. La procédure est lourde, coûteuse et longue si bien que la productivité est affectée. L'industrie peine à être compétitive pour toutes ces raisons.

4.9.3. Des défis logistiques majeurs

La production locale est gravement affectée par la dépendance à l'export pour les produits de fabrication. Certaines matières premières n'existant que sur les autres pays tels que les diamants, les métaux purs pour l'alliage, les consommables pour tailler les pierres et l'or sont difficiles à obtenir pour des raisons suivantes :

- Importer des pierres pour être taillées ou montées à Madagascar ou des métaux précieux pour y être travaillés, nécessitent une procédure douanière spéciale comme une autorisation d'admission temporaire pour valeur ajoutée. De telles difficultés peuvent être observées dans d'autres pays africains comme le Botswana ou l'Afrique du Sud.

En Afrique du Sud, l'importation de pierres de couleur et/ou de l'or nécessite une licence spéciale d'exportation. Au Mali, il faut un minimum d'un kilogramme d'or raffiné pour l'export, aucun transitaire ne prend une quantité au-dessous d'un kilogramme. Ces difficultés en terme de procédure d'import-export de matières sont handicapant pour le cas de commande spécifique, par exemple, si le client fournit les matières premières ou si certaines matières premières sont à importer.

4.9.4. Défis techniques et technologiques

L'industrie locale malgache et même en Afrique est dépendante de l'importation des équipements et accessoires pour la technologie de fabrication des bijoux. Les outils et machines ainsi que les consommables utilisés en haute joaillerie sont majoritairement importés d'Asie, d'Amérique ou d'Europe. Le coût de fabrication a ainsi augmenté par les coûts et procédures d'importation.

Il y a aussi la difficulté à l'approvisionnement en énergie. Le délestage répétitif handicape gravement la productivité des industries locales africaines, y compris le secteur de la joaillerie à Madagascar. Il ne s'agit pas uniquement de la production des bijoux proprement dite, il s'agit de l'ensemble des activités le long de la chaîne d'approvisionnement tant par le ralentissement économique du pays que par l'approvisionnement irrégulier en électricité.

Un autre défi est le coût de la communication et de la connexion à internet. Le coût de 100 Gb chez un des opérateurs internet est de 50 €/mois à Madagascar, ce qui équivaut au salaire minimum mensuel dans le pays. L'accès à internet est de ce fait réservé à une clientèle privilégiée et toute opération nécessitant une bonne connexion internet - comme l'envoi de photographies, les visioconférences, les recherches - est un investissement conséquent pour les artisans mineurs.

4.9.5. Un cadre légal et un régime fiscal répressifs pour les opérateurs

Le niveau des charges fiscales, les frais et la lourdeur administrative sont un frein pour formaliser les artisans. Un artisan nécessite la somme équivalent à 40 € juste pour enregistrer une affaire à caractère individuel auprès des registres du commerce et fiscal. À cela s'ajoute l'enregistrement qui équivaut à une autorisation d'opérer auprès du ministère de tutelle (ministère en charge des Mines) en tant qu'opérateur minier.

Pour le cas de Madagascar, le secteur minier malgache souffre d'un manque de cohérence administrative et fiscale. Le gouvernement peut émettre une interdiction ou une mesure restrictive soudaine sans aucune action pour accompagner efficacement l'interdiction et aider les acteurs du secteur à s'y adapter. Par exemple, l'interdiction d'exporter des pierres précieuses brutes en 2008 visait à encourager la valeur ajoutée, mais faute de mesures appropriées pour développer l'industrie de transformation locale, la décision a plutôt abouti à l'intensification de la contrebande et du trafic illicite. Puis, en 2020, le gouvernement a soudainement interdit l'exportation de tout article en or sans indiquer ni la période ni les conditions d'application. Comme conséquence, la Cour des comptes de Madagascar a avancé le chiffre de 4,5 t d'or trafiqué entre 2018 et 2021. Ce chiffre a été obtenu par confrontation des déclarations entre l'exportation depuis Madagascar et la quantité reçue par les pays d'importation (CDC, 2022).

4.10. Suggestions et recommandations

4.10.1. Formalisation des activités autour de la joaillerie

Le secteur informel et les activités non déclarées ont occasionné un manque à gagner de 3 268 787 € en redevances minières entre 2018 et 2021, pour les municipalités à forte activité d'orpaillage à Madagascar (CDC, 2022). La formalisation est un processus indispensable pour régulariser et organiser le secteur. Seul les acteurs formels peuvent offrir des conditions de travail décentes, contribuer à l'économie nationale, bénéficier d'appui de l'État et d'autres partenaires techniques et financiers, répondre aux exigences internationales en terme de traçabilité ou d'approvisionnement éthique.

La formalisation est également une condition sine qua non pour toute initiative d'approvisionnement responsable et éthique, ce qu'exigent actuellement la majorité des clients internationaux. Les efforts de formalisation pour les artisans mineurs doivent être soutenus tels que le renforcement des groupements miniers, l'accès des artisans aux conditions et frais d'administration.

4.10.2. Amélioration du climat des affaires

L'amélioration du climat des affaires est la garantie pour un développement sectoriel propice. C'est l'une des solutions avancées pour stimuler les investissements et améliorer le secteur de la joaillerie à Madagascar, et même dans les pays avec des contextes similaires. Les points ci-dessous sont à considérer pour le contexte des affaires à Madagascar.

Fiscalité plus attractive

Le taux, la nature des charges fiscales et parafiscales devront rester attractifs pour garder le secteur compétitif et combattre les trafics et le marché noir. Un système de suivi efficace pour soutenir les efforts de collecte et le paiement de taxe de doit être mis en place. La numérisation des données et le renforcement de capacité des collectivités territoriales peut être une solution faisable pour ce faire.

Loi et réglementations stables et cohérentes

La volonté politique pour soutenir le secteur se traduit par des initiatives visant à créer un cadre légal stable et cohérent dans toutes initiatives gouvernementales.

Chaque mesure restrictive doit être accompagnée pour permettre aux acteurs du secteur à s'adapter plus facilement aux changements et de résister aux chocs. Pour le cas de Madagascar, le Code minier est en révision depuis 2009 et la version finale est toujours en préparation. Des arrêtés ministériels ou mesures restrictives diverses ont été émis entre-temps, avec effet immédiat, et ces mesures affectent drastiquement l'environnement des affaires. Entre octobre 2021 et septembre 2022 par exemple, une note ministérielle portant interdiction d'exportation de toute

substance en or - à effet immédiat et ce pour une durée indéterminé - a brusquement chamboulé tout le secteur aurifère. En effet, sans préavis, les opérateurs n'ont pu gérer efficacement leur stock. Ces incertitudes sur les réglementations et les cadres légaux ne rassurent ni les investisseurs ni les opérateurs.

Infrastructures énergétiques et technologiques
Une solution permanente dans la limite des prix accessibles devrait être trouvée pour résoudre le problème de délestage et réduire le coût d'accès à internet afin d'optimiser la productivité et permettre à chacun de bénéficier des avantages de l'accès à internet.

Éradication de la corruption et des trafics
La nécessité de maintenir et de renforcer les efforts pour éradiquer toute forme de corruption, d'abus et de trafic d'influence. La Cour des comptes de Madagascar a estimé que le manque à gagner s'élève à l'équivalent de 163 500 000 € en rapatriement de devises et de 3 268 787 € en redevances minières pour la période 2018-2021 (CDC, 2022). Ces pertes sont assimilées aux trafics, à la corruption, aux fraudes et aux abus de pouvoir.

Système financier et bancaire accessible
L'accès au financement doivent être possible et accessible pour les artisans mineurs afin qu'ils puissent accéder à un fond d'investissement pour les affaires.

Aucune donnée formelle n'a été publiée sur le pourcentage d'artisans mineurs ayant accès au soutien de la microfinance ou d'institutions financières formelles. Mais plusieurs mineurs à petite échelle ont déclaré que certaines conditions des institutions de microfinance les empêchent d'accéder aux opportunités de financement. Ces conditions comprennent une preuve de revenus réguliers et une copie de leur enregistrement d'entreprise. Une preuve de revenu stable est difficile à fournir pour les petites entreprises, même les plus formelles. Un lapidaire d'Antananarivo, par exemple, a déclaré qu'il lui est difficile de s'engager sur un remboursement mensuel puisque son revenu mensuel varie au cours de la saison.

Une femme avec un emploi en Contrat à Durée Indéterminée à Antananarivo a tenté d'obtenir un prêt auprès d'une institution financière afin de développer son propre atelier de taille de saphir. Elle a déclaré que le prêt lui a été refusé malgré sa capacité à rembourser, ce dernier étant garanti par son emploi rémunéré. La raison du rejet donnée par la banque était la caractéristique saisonnière des activités de pierres précieuses à Madagascar qui la rendait inéligible à un prêt. La banque estime donc que les activités autour des pierres sont financièrement risquées et ne peuvent garantir la capacité des prêteurs à rembourser leur crédit.

4.10.3. Amélioration du marché international et local

La politique de promotion globale des bijoux à Madagascar et même en Afrique doit être renforcée. À titre d'exemple, le circuit de distribution locale lui-même est encore peu organisé et la bijouterie faite à Madagascar dispose de très peu de vitrines sur le marché local et international.

Madagascar dépend du marché international et des touristes pour vendre ses bijoux et pierres, si bien que les événements menant à une isolation du pays comme la baisse du nombre de touristes durant la COVID-19, les crises politico-sociales, les épidémies, les catastrophes naturelles paralysent le secteur. Ainsi, le marché local doit être renforcé pour rendre le secteur moins vulnérable aux chocs.
Il est également intéressant et nécessaire de réviser les techniques de production utilisant des méthodes industrielles pour réduire le prix de production, améliorer la qualité et la finesse des produits.

4.11. Conclusions

Ce projet-pilote a analysé à la loupe - expérience vécue à l'appui - les détails du secteur de la bijouterie de luxe à Madagascar. Il a permis d'identifier les atouts et les défis pour une industrie de joaillerie compétitive, apte à répondre à une demande internationale.

Le continent africain est doté d'atouts en main-d'œuvre disponible, en matières premières abondantes et de nombreuses opportunités. À côté, les défis sont majeurs et mais pas insurmontables. Or, pour y remédier, des interventions multidimensionnelles devraient se faire à tous les niveaux par toutes les parties prenantes. Ces actions comprennent une professionnalisation et un investissement en bons équipements de pointe. Il faut aussi renforcer les efforts pour promouvoir la formalisation des artisans sur l'ensemble de la chaîne de valeur. Finalement, il faut créer un climat des affaires compétitif et stable, loin de la corruption, pour rassurer les investisseurs. Quant à l'accès au marché international, cette opportunité se construit par une promotion et le professionnalisme avéré des artisans locaux.





5. Développement durable à partir de pierres précieuses : défis et opportunités pour les mineurs artisans d'Afrique. Partie 2 - La traçabilité des pierres : pourquoi est-ce important ? Comment les services géologiques peuvent soutenir cette initiative ?

Par Herizo HARIMALALA TSIVERISOA
Consultante et experte en valorisation des pierres gemmes

5.1. Introduction

Les entreprises de fabrication en aval (ex. électronique, haute joaillerie, automobile) sont de plus en plus exigeantes concernant les informations sur les producteurs en amont des métaux et minéraux depuis leur source et tout au long de la chaîne d'approvisionnement :

- Provenance : de quelles mines sont issus les minéraux et métaux qui sont contenus dans leurs produits finis ?
- Méthodes de production : selon quelles méthodes sont-ils produits ?; Comment sont leur empreinte écologique ?; Sont-ils produits de manière responsable ?; Dans quelles conditions de travail, les lois ont-elles été respectées ?; Sont-ils liés à une main-d'œuvre d'enfant ou d'un trafic de personnes ?

La traçabilité est un moyen de fournir plus de transparence. En augmentant la transparence, les problèmes sur la chaîne de valeur peuvent être mieux cartographiés et compris, ce qui contribue à améliorer l'efficacité environnementale et sociale d'une chaîne de valeur (Cartier, 2016).

Par définition, la traçabilité signifie la capacité à suivre la trace des minerais tout au long de la chaîne de valeur en surveillant et en suivant la chaîne de possession. Par exemple, en utilisant le système de chaîne de contrôle, les auditeurs peuvent retracer le matériel jusqu'à la mine et le pays d'origine (OCDE, 2016).

La chaîne de contrôle fait référence à toutes les étapes d'une chaîne de valeur qui prennent possession du produit, y compris les mineurs, les transporteurs, les exportateurs, les transformateurs et les fabricants. Elle fournit un enregistrement de la séquence des entités qui ont la garde des substances minérales au fur et à mesure qu'elles se déplacent le long de la chaîne d'approvisionnement qui permet de retracer un matériau jusqu'à son origine. Un système de chaîne de traçabilité

crédible soutient la véracité des allégations d'origine minérale. La chaîne de contrôle comprendra des documents tels que le certificat d'origine de la mine, les documents de transport, les registres d'exportation et d'importation et les reçus d'usine.

Glossaire

Chaîne de blocs (blockchain) : système de stockage de données dans lequel des groupes de transactions valides, appelés blocs, forment une chaîne chronologique, chaque bloc étant lié de manière sécurisée au précédent. Une chaîne de blocs est un fichier numérique permanent et inaltérable de transactions cryptées qui peut être distribué en plusieurs exemplaires sur un réseau de dispositifs liés à la chaîne. Étant donné que chaque dispositif de stockage possède une copie exacte et une mise à jour du grand livre, les données peuvent être vérifiées et sont considérées comme immuables - une propriété importante lorsque des transactions sont effectuées entre des utilisateurs qui ne se connaissent pas ou ne se font pas confiance.

Chaîne de contrôle (Chain of Custody – CoC) : selon les lignes directrices de l'OCDE sur le devoir de diligence, la chaîne de contrôle fait référence à la piste documentaire qui enregistre la séquence des entreprises et des individus qui ont la garde des substances minérales au fur et à mesure qu'elles se déplacent le long d'une chaîne d'approvisionnement.

Devoir de diligence : le fait de s'assurer de manière proactive que les produits obtenus et commercialisés par les entreprises d'une chaîne d'approvisionnement sont conformes aux réglementations nationales et internationales. Cela peut inclure la divulgation des traitements, l'interdiction du travail des enfants et du blanchiment d'argent, et un large éventail d'autres enjeux.

Provenance : une déclaration (documentée) concernant l'origine (ex. pays ou mine), la source (ex. recyclé, minée, minée artisanalement, naturelle, synthétique), la propriété antérieure (ex. pierre précieuse historique ou bijou ayant appartenu à une collection royale), l'extraction et l'utilisation de la pierre ou les pratiques d'extraction et de traitement (ex. sans conflit, non traité, de manière responsable).

Traçage (tracing) : l'utilisation d'enregistrements de traçabilité ou des propriétés d'un objet pour identifier l'origine, les attributs ou l'historique d'un produit au sein de la chaîne d'approvisionnement.

Suivi (tracking) : l'utilisation d'enregistrements de traçabilité pour suivre un article de son origine au consommateur final en passant par la chaîne d'approvisionnement. Elle est souvent complétée par l'utilisation d'une technologie de suivi, telle que l'identification par radiofréquence, les puces, les codes-barres ou d'autres formes d'identification.

Traçabilité : la capacité d'identifier et de retracer l'historique, la distribution, l'emplacement et l'application des produits, pièces, et matériaux.

5.2. Importance de la traçabilité

Les sociétés minières traditionnelles doivent se faire concurrence entre elles et avec les nouveaux venus pour l'accès aux capitaux, aux talents et aux communautés.

À l'avenir, l'un des grands défis pour les mineurs sera de passer d'un état d'esprit d'entreprise à un état d'esprit qui tienne davantage compte des besoins des consommateurs et des autres parties prenantes.

Par exemple, pour les voitures électriques en raison de leurs avantages environnementaux perçus, la demande s'étendait au fait de savoir si les matériaux de ces voitures proviennent de mines vérifiées sur le plan environnemental. Seules celles qui ont le meilleur dossier environnemental, le meilleur dossier de sécurité, le meilleur dossier de sécurité des employés, sans parler du rendement approprié, du rendement du capital, peuvent prospérer.

Par ailleurs, Les consommateurs avisés s'intéressent de plus en plus à la provenance de leurs produits, qu'il s'agisse de la qualité, de la sécurité ou de l'environnement et sont prêts à payer pour cela.

Ainsi, la traçabilité permet :

- D'établir un consensus et une confiance autour de normes de production responsables entre les clients, les entreprises en aval et les entreprises en amont ;
- De minimiser le risque de fraude ;
- De faire bénéficier équitablement les retombées sur tous les acteurs le long de la chaîne d'approvisionnement mais surtout les acteurs tout en bas de l'échelle dont les exploitants mineurs artisans ;
- D'améliorer et de mieux gérer la chaîne d'approvisionnement des minéraux ;
- D'éviter les minerais venus des zones de conflit, des minéraux extraits dans des conditions non respectueuses des standards environnementaux, les minerais liés à des exploitations et/ou trafics d'êtres humains, issus du travail des enfants, ayant des relations ou ayant soutenu des terroristes ou des groupes civils armés.

La recherche de l'origine devient un élément essentiel dans l'image de marque des grandes sociétés minières. Et une meilleure image de marque aboutit à des prix plus élevés et une crédibilité sociale.

Les attentes en aval sont les principaux moteurs des tentatives d'amélioration de la traçabilité et la chaîne d'approvisionnement des minerais et métaux. Ces attentes sont principalement motivées par deux facteurs principaux (RCS Global, 2017) :

- Réglementation : les acheteurs de minéraux et de métaux sont soumis à un certain nombre de lois dans divers pays qui les obligent à exercer une diligence raisonnable accrue quant à la provenance des matières premières depuis leur source. On peut citer pour les 3TG (étain, tungstène, tantale, or), la législation étasunienne qui comprend la section 1502 du Dodd Frank Act, la législation de l'Union européenne sur les minerais des zones de conflit pour les importateurs, la loi française sur la vigilance des entreprises et la loi sur l'esclavage moderne au Royaume-Uni.
- L'opinion publique : outre les législateurs, les médias internationaux, les organisations non gouvernementales et les organisations internationales sensibilisent, le public est aussi sensible aux enjeux d'approvisionnement responsables des minéraux. Les rapports publiés par les ONG internationales comme Amnesty International, ou de grands médias comme le Washington Post et Sky News ont établi un lien entre la production de cobalt et le travail des enfants en République Démocratique du Congo, tandis que l'OCDE (Organisation de Coopération et de Développement Economique) publiera un manuel sur les risques associés au commerce et à la production de 30 différents minéraux et métaux.

Ces deux moteurs augmentent la pression publique sur les entreprises pour qu'elles identifient et gèrent les risques pour les droits de l'Homme le long de leurs chaînes d'approvisionnement et d'exercer un effet de levier approprié pour y remédier. Pour ce faire, les entreprises se concentrent principalement sur l'acquisition des informations sur la provenance et les conditions de production tout au long de la chaîne d'approvisionnement des minéraux et métaux qu'ils utilisent.

Tenter d'atteindre une plus grande traçabilité grâce à un système de chaîne de contrôle apparaît comme la logique conséquence de ces demandes en aval.

5.3. Quelques exemples de concept, de directive pour établir la traçabilité

5.3.1. Guide de l'OCDE (OCDE, 2016)

Le Guide de l'OCDE sur le devoir de diligence fournit des recommandations détaillées pour aider les entreprises à respecter les droits de l'Homme et à éviter de contribuer aux conflits par leurs décisions et pratiques d'achat de minerais. Ce guide est destiné à être utilisé par toute entreprise qui s'approvisionne potentiellement en minerais ou en métaux dans des zones de conflit ou à haut risque. Le Guide de l'OCDE a une portée mondiale et s'applique à toutes les chaînes d'approvisionnement en minerais.

5.3.2. Dodd-Frank pour les 3TG (Kafuka, 2021)

Depuis 2012, la RDC a lancé des projets de traçabilité pour s'assurer que les minerais ne proviennent pas de zones de conflit, dans le cadre de la Conférence Internationale sur la Région des Grands Lacs (CIRGL). Onze pays africains ont ainsi accepté d'interdire l'exploitation illégale des minerais de leur sous-sol. À l'origine de cette résolution, une loi américaine dite « *Dodd-Frank Wall Street Reform Act de 2010* » et adoptée en 2012 à l'initiative du Président américain de l'époque, Barack Obama, obligeant les entreprises cotées en bourse à préciser l'origine et le contenu des produits miniers qu'elles importent.

Après avoir appris que les fabricants réglementés par les États-Unis s'appuyaient sur un marché noir des minerais en Afrique Centrale pour fabriquer leurs produits, et après avoir évalué les menaces que ce marché noir faisait peser sur la sécurité nationale des pays sources, le Congrès américain a adopté la section 1502 sur les minerais de conflit dans la loi américaine. La section 1502 exige que des fabricants réglementés par les États-Unis - qui utilisent des minerais provenant d'Afrique Centrale - indiquent si leurs sources d'approvisionnement financent des groupes armés et, le cas échéant, qu'ils dressent la liste des produits fabriqués au cours de l'année écoulée qui contiennent ces minerais. L'intention du Congrès américain était d'utiliser les pressions du marché exercées par les investisseurs, les partenaires commerciaux et les consommateurs pour réduire l'utilisation des minéraux trafiqués d'Afrique Centrale. En mars 2017, le Parlement européen a adopté une loi similaire.

5.3.3. CRAFT Code

The Code of Risk mitigation for Artisanal and small-scale miners engaging in Formal Trade (*Code d'atténuation des risques pour les mineurs artisans et à petite échelle qui s'engagent dans le commerce formel*)

L'Alliance for Responsible Mining (ARM) et RESOLVE ont publié un code pour faciliter un approvisionnement responsable accru auprès des mineurs artisans. Appuyé par le projet minier SOLIDARIDAD, le Code CRAFT permet à de nombreuses autres mines artisanales et à petite échelle d'être reconnues comme mine responsable. Et ainsi ce code peut fournir, pour les mineurs, la passerelle indispensable vers le marché formel.

Il s'agit d'un guide pour évaluer les risques sociaux et environnementaux comme le travail des enfants, le commerce illicite et l'utilisation incontrôlée de produits chimiques, etc., le long des chaînes artisanales d'approvisionnement. En même temps, il prend des engagements pour atténuer les risques et améliorer d'autres pratiques sociales, environnementales et de sécurité. Dans le cas de l'or par exemple, il vise « l'acceptabilité du marché » de base pour l'or exploité artisana-

lement. En résumé, le Code CRAFT sert de balise pour la formalisation en amont, pendant et en aval de tout projet minier que ce soit à petite ou à grande échelle.

5.3.4. Provenance Proof Marketplace pour les pierres de couleur (Industrie News, 2022)

La chaîne de blocs *Provenance Proof* est un journal de bord numérique qui ne peut être modifié ultérieurement et qui enregistre les données pertinentes sur les gemmes tout au long de la chaîne d'approvisionnement, d'une partie prenante à l'autre.

Les consommateurs finaux et les marques de bijoux exigent de plus en plus de durabilité et de transparence dans l'approvisionnement et la fabrication des matières premières utilisées dans les bijoux finis. Parallèlement, les pierres précieuses commercialisées de manière transparente sont de plus en plus demandées sur le marché mondial. La recherche de la bonne gemme pour compléter un bijou peut s'avérer difficile, sans parler de la recherche de gemmes commercialisées de manière transparente ou provenant de sources responsables. Pour rendre l'accès aux pierres précieuses traçables plus facile et plus pratique, Provenance Proof, avec son partenaire de plateforme Everledger, ont lancé un marché en ligne pour offrir à ses utilisateurs de chaîne de blocs la possibilité de se connecter directement les uns aux autres, d'accéder aux offres et de négocier les pierres précieuses de manière transparente.

Vendeurs et acheteurs peuvent bénéficier de manière significative du marché virtuel de Provenance Proof. Par exemple, les bijoutiers peuvent facilement rechercher des pierres précieuses ou des perles de manière transparente et contacter directement le vendeur sur la plateforme Provenance Proof. En outre, le plateforme en ligne offre aux négociants de l'industrie des pierres précieuses un outil leur permettant d'étendre leur portée commerciale à l'échelle mondiale en inscrivant simplement les pierres précieuses de leur inventaire Provenance Proof. Quant aux acheteurs potentiels, ils peuvent faciliter leur recherche de la pierre précieuse, commercialisée de manière transparente, grâce à des filtres de recherche faciles à utiliser.

FIGURE 5.1 | CONDITIONS D'EXTRACTION DES SUBSTANCES SUR SITE À COLTAN ET SPODUMÈNE D'ANDILANA AVARATRA (MADAGASCAR). DES FEMMES TRIENT LES MINERAIS SUR FLAN DE STÉRILE SANS MESURE DE SÉCURITÉ NI DE PRÉCAUTIONS ENVIRONNEMENTALES (ZO HARIMALALA, 2022).



FIGURE 5.2 | SITE D'EXPLOITATION D'ÉMERAUDE DANS LE SUD-EST DE MADAGASCAR, MONTRANT DES ENFANTS SUR LE SITE ET L'ABSENCE DE MESURES DE SÉCURITÉ (MAHAFEHY NIRIANA, 2022).



5.4. La procédure pour établir un modèle de traçabilité

La mise en place d'un processus de traçabilité peut se faire de différentes façons. Alors que les solutions de traçabilité basées sur la technologie, comme la plate-forme Better Sourcing compatible avec la géotraçabilité existent, la chaîne de blocs présente plusieurs avantages significatifs.

La technologie chaîne de blocs est déjà utilisée pour les produits miniers comme les diamants, qui sont marqués d'un minuscule code QR qui renvoie à un jeton numérique vérifiant leur qualité, leur extraction éthique et leur authenticité. Une chaîne de blocs est un registre numérique décentralisé, distribué et public qui est utilisé pour enregistrer les transactions sur de nombreux ordinateurs afin que l'enregistrement ne puisse pas être modifié rétroactivement sans la modification de tous les blocs suivants et le consensus du réseau.

Ce système de chaîne de blocs permet de minimiser la fraude, le vol, et les coûts d'assurance associés, ainsi que de créer une vision de bout en bout beaucoup plus robuste et transparente. Les caractéristiques spécifiques de la technologie chaîne de blocs pourraient théoriquement contribuer à surmonter des obstacles spécifiques à la traçabilité, comme les problèmes de confidentialité, le manque de systèmes standardisés, le manque de numérisation et les frais administratifs et de gouvernance.

La mise en place de la chaîne de blocs permet :

- L'immuabilité et le contrôle décentralisé d'un système chaîne de blocs minimisent le risque de fraude ;
- Des ensembles de données définis peuvent être rendus accessibles en temps réel pour tous, y compris les acheteurs en aval, les auditeurs, les investisseurs, etc. ;
- Un système de chaîne de blocs peut être facilement mis à l'échelle pour inclure autant de producteurs dans la chaîne d'approvisionnement et au-delà de ceux qui sont initialement impliqués ;
- La réduction des coûts en raison de la nature sans papier d'un système de chaîne de contrôle (CoC) activé par la chaîne de blocs.

5.4.1. Créer des partenariats

Les mineurs ne peuvent plus se permettre de faire cavalier seul. Pour maximiser l'innovation et la croissance, ils doivent être prêts à former des partenariats avec des éléments de l'écosystème plus large. Par exemple, un mineur peut conclure une alliance de co-marquage avec un constructeur automobile pour fournir les matières premières d'un véhicule dont la réputation en matière d'environnement est forte. Il pourrait également s'associer à une entreprise numérique pour identifier et commercialiser la voiture auprès des consommateurs du monde entier en se basant sur les habitudes en ligne des acheteurs. Les mineurs qui refusent de respecter

les normes attendues sont expulsés des associations professionnelles. Une fois la confiance établie et maintenue, les parties prenantes ne ressentent plus le besoin de se tourner vers des groupes d'intérêt spéciaux ou des ONG pour représenter leurs préoccupations.

Pour la mise en œuvre, il faut considérer les points suivants avec un focus sur les documents d'importation :

- Partenariat extensible à l'amont et à l'aval des étapes de la chaîne d'approvisionnement ;
- Conformité facile avec le règlement de l'UE sur les minerais de conflit ;
- Installer des codes QR sur chaque lot.

Avec comme recommandation la mise en place d'un groupe de travail incluant les producteurs en amont, les acheteurs en aval, les négociants, les associations de l'industrie des produits de base, les investisseurs éthiques en minéraux et métaux, les échanges pour explorer le concept d'un système CoC basé sur la chaîne de blocs et d'autres utilisations potentielles de la technologie.

5.4.2. Instaurer un système de suivi numérique

D'autres utilisations peuvent inclure une plateforme de commerce numérique sur laquelle les entreprises en aval peuvent directement acheter des minerais de provenance permise et produits de manière responsable.

Par exemple, pour un bijou dans la chaîne de blocs, les utilisateurs peuvent créer un jumeau numérique qui peut être transmis avec le bien physique tout au long de la chaîne d'approvisionnement. Les principales parties prenantes tout au long de la chaîne d'approvisionnement d'un bijou sont autorisées à ajouter de manière transparente leurs histoires et informations au jumeau numérique. En outre, l'immuabilité des données saisies grâce à la technologie chaîne de blocs permet également d'enregistrer ces histoires et informations de manière hautement crédible.

Enfin, un jumeau numérique complet est créé, qui permet au consommateur final de visualiser le parcours complet d'une pierre précieuse, de l'état brut au produit fini. Tous les acteurs du secteur peuvent s'inscrire pour accéder gratuitement à la plateforme chaîne de blocs et l'utiliser pour gérer leur chaîne d'approvisionnement de manière transparente tout en bénéficiant du potentiel mercatique qu'elle permet.

5.4.3. Développer une régulation mutuelle

Dans un avenir où le succès dépend de la confiance, le secteur est passé de l'autorégulation à la réglementation par les pairs. Cela signifie que les entreprises minières s'intéressent à ce que font leurs concurrents tout aussi activement qu'elles répondent aux attentes externes. Les entreprises n'ont pas peur de dénoncer les

mauvais comportements, car elles savent que cela renforce, au lieu de la diminuer, la réputation du secteur dans son ensemble.

5.5. Les obstacles pour établir la traçabilité

5.5.1. Une initiative de chaque partie prenante

Établir une traçabilité reste pour le moment une initiative recommandée mais pas obligatoire et chaque acteur dans la chaîne d'approvisionnement a ses propres attentes et intérêts : les régulateurs et les entreprises en aval veulent de la transparence tandis que les producteurs en amont veulent l'accès au marché, l'investissement et le permis social pour fonctionner.

5.5.2. Un système évolutif

Les transactions minières à l'échelle mondiale se font en simultané, il est important de considérer ce paramètre et d'intégrer toutes les transactions dans le système. L'intégration de toutes ces transactions en simultané dans le système constitue un défi à relever actuellement bien que des études et des projets-pilotes aient été conduits pour le résoudre.

5.5.3. Authenticité des données

Les données intégrées dans la chaîne de blocs doivent être des données fiables et authentiques, s'assurer que la qualité des données ne va pas engendrer plus de coût dans le projet.

Pour que les données soient fiables, il faut également s'assurer de limiter l'emprise de la fraude et de la corruption lors de la saisie des données, renforcer les initiatives de formalisation des artisans mineurs pour que ces derniers puissent fournir les documents nécessaires au système CoC. Il faut également développer une base de données cartographiques, minières et géologiques à jour pour assurer le suivi de chaque lot de substance.

5.5.4. Créer une chaîne de contrôle (CoC) robuste

Dans le cadre d'une première partie de sa série de recherches sur la traçabilité, on a identifié d'autres défis pour un système de suivi CoC robuste :

Facteurs sous-jacents

Il existe deux facteurs sous-jacents qui rendent difficiles pour les entreprises de concevoir des systèmes CoC robustes capables de répondre aux demandes en aval :

- Demandes d'informations non standardisées et unilatérales des clients : les acheteurs en aval demandent souvent des informations spécifiques des raffineurs, des fonderies, des négociants et des sociétés minières de manière ad

hoc avec leurs propres formulaires et questionnaires qui sont différents des informations demandées par d'autres acheteurs ;
- Aucune norme de contrôle universellement acceptée : les systèmes CoC nécessitent une norme de contrôle. Cependant, il n'existe actuellement aucune norme de contrôle des matériaux largement acceptée pour l'industrie minière et métallurgique dans son ensemble (ex. Responsible Jewellery Council/RJC a élaboré un CoC standard pour le contexte de la bijouterie uniquement).

À ces facteurs sous-jacents s'ajoutent des obstacles à la mise en œuvre :

Obstacles à la mise en œuvre d'un CoC robuste
- Point de départ pour la collecte des données complexes et multiples : la chaîne d'approvisionnement des minéraux et des métaux combine différentes données et informations provenant de différentes sources de minéraux et matériaux confondues avec ses différents paramètres et identifiants ;
- Données sur les transformations tout au long de la chaîne d'approvisionnement : les minéraux et les métaux subissent également plusieurs étapes de transformation le long de la chaîne d'approvisionnement, y compris le concassage, le lavage, le broyage, la séparation, etc., (selon la chaîne d'approvisionnement) au cours de laquelle les caractéristiques du produit telles que la taille, le poids, la qualité et le prix changent ;
- Un manque de capacité technique : des considérations techniques comme la langue, la disponibilité du personnel approprié et la tenue de registres non centralisée peuvent tous être des obstacles, en particulier dans les petites chaînes fragmentées ;
- Problèmes de confidentialité : les informations sur les fournisseurs peuvent avoir des implications concurrentielles pour les acteurs dans la chaîne d'approvisionnement des minéraux et des métaux. Ainsi, il peut y avoir une réticence à partager des informations sur les fournisseurs et leurs identités ;
- Un manque de documentation CoC standardisée et de numérisation : la recherche a révélé que sur le système CoC, la documentation entre les chaînes d'approvisionnement varie. De plus, la plupart des systèmes CoC sont encore basés sur le papier, ce qui signifie qu'il n'y a pas de base de données numérique centrale accessible aux clients en aval. Cela rend également les systèmes CoC vulnérables à la fraude ou à la saisie de données incorrectes ;
- Un budget conséquent : exiger des normes et initiatives aux opérateurs ainsi qu'un système de contrôle et suivi efficace requièrent des moyens conséquents comme les coûts administratifs et de gouvernance : les coûts de mise en œuvre d'un système CoC robuste sont également assez élevés, en partie en raison de la réponse aux demandes unilatérales d'informations, mais aussi parce que la mise en œuvre d'un système sophistiqué capable de gérer la quantité de données requises ainsi que les audits sont coûteux.

5.6. Le rôle du Service géologique pour une mise en place d'un système de traçabilité

Le Service géologique ou son équivalent ministériel est une unité technique. En tant qu'expert technique, son rôle pour contribuer à la mise en œuvre de la traçabilité est d'acquérir et mettre à jour les données géologiques, minières et cartographiques nationales. Le Service géologique peut ainsi fournir les données sur les origines des substances pour constituer la chaîne de blocs nationale en collaboration avec les autres entités ministérielles comme le cadastre minier et le laboratoire des mines.

Le Service géologique dispose dans certains cas de données chimiques, géologiques et de caractérisation des substances existantes dans leur pays pour pouvoir les identifier et limiter les trafics.

Dans le cas de la gemmologie, cela revient à déterminer le pays d'origine lorsque les documents ne sont pas disponibles mais que les propriétés physiques et chimiques permettent de conclure sur un pays d'origine possible. Si une pierre précieuse a été marquée à l'aide d'une technologie de suivi, elle peut être retracée en amont en utilisant ces informations. Le tableau ci-dessous donne quelques pierres avec leur pays d'origine. Un laboratoire de gemmologie arrivera à distinguer exactement la mine d'où la pierre est extraite en observant les inclusions et les propriétés géologiques.

Des recherches ont reporté que l'industrie des pierres peuvent être liées à des activités illicites comme le blanchiment d'argent, les trafics divers, le financement d'organisations terroristes ou de groupes armés (Duffy, 2002, 2005). De telles informations sont nécessaires pour déceler les liens des pierres avec les zones de conflit ou les communautés civiles armées ainsi que les conditions d'extraction dans les mines d'origine.

TABLE 5.1 | QUELQUES GEMMES DONT LES ORIGINES GÉOGRAPHIQUES SONT FACILEMENT TRAÇABLES PAR UN LABORATOIRE DE GEMMOLOGIE (MODIFIÉ D'APRÈS CARTIER, 2018).

Pierres	Pays d'origine
Alexandrite	Brésil, Russie, Sri Lanka, Madagascar, Tanzanie
Tourmaline	Brésil, Mozambique, Nigeria
Démantoïde (grenat vert)	Madagascar, Namibie, Russie
Émeraude	Afghanistan, Brésil, Colombie, Éthiopie, Zambie
Rubis	Afghanistan, Madagascar, Mozambique, Myanmar, Tanzanie, Thaïlande, Vietnam
Saphir	Madagascar, Myanmar, Sri Lanka
Spinelle	Madagascar, Myanmar, Sri Lanka, Tadjikistan, Vietnam
Tsavorite	Tanzanie, Kenya

Les initiatives de développement récentes ne se limitent pas aux rapports sur la responsabilité sociale des entreprises productrices et aux exigences de diligence raisonnable, mais elles englobent également la gestion de la chaîne d'approvisionnement dont le contrôle de la qualité et l'amélioration des processus de production - par exemple, pour identifier et divulguer correctement les matériaux traités et synthétiques dans l'ensemble de l'industrie de la bijouterie - ainsi que pour répondre aux questions des consommateurs sur la provenance des matières utilisées sur chaque bijou.

5.6.1. Contribuer financièrement pour l'autonomisation du système de traçabilité

Un projet financièrement autonome est un projet viable mais surtout un système robuste face à la corruption et aux influences pour garantir l'authenticité des données.

Si le statut du Service géologique le permet, l'organisation peut développer un service payant pour générer une source de revenus et financer ses activités. Une partie de ces revenus va être utilisée pour financer les recherches, la mise en place et la mise à jour du système de traçabilité.

On peut également proposer de que tout recherche géologique et minière sur le territoire se fasse en partenariat avec les bureaux de la géologie et des mines nationaux pour que les structures nationales aient un droit d'accès aux données scientifiques à jour.

5.6.2. Contribuer à la formalisation de l'EMAPE

Seules les activités formelles pourraient bénéficier d'une approche de développement, un des critères principaux pour une mine responsable mais aussi un critère nécessaire pour des données fiables de la traçabilité.

5.6.3. Contribuer au développement d'un système standard pour la chaîne de blocs et du système de contrôle

On peut citer comme information à collecter et à inclure dans la chaîne de blocs : le pays ou la mine d'origine, la source comme le nom de la mine, les caractéristiques (recyclé, miné artisanalement, naturelle, synthétique), ou les pratiques d'extraction et de pratiques d'extraction et de traitement (ex. sans conflit, non traité, extraction responsable). Les experts du Service géologique disposent d'expériences pour proposer des critères dans la chaîne de blocs et du système CoC basées sur les conditions faisables pour les artisans afin que les conditions d'extraction soient acceptables par les consommateurs en aval. Cette activité vise à équilibrer le rapport de force entre les fournisseurs en amont et les clients en aval et rompre ainsi les pratiques unilatérales dénoncées plus haut.

5.7. Conclusion

L'établissement d'une certification de traçabilité est une initiative visant à éliminer les trafics, faire bénéficier équitablement toutes les parties prenantes de la chaîne d'approvisionnement surtout les pays sources de minerais et les mineurs à la base.

La transparence pouvant être prouvée permet la confiance, la durabilité et l'équité dans l'industrie minérale. Mais pour ce faire, il faut établir une base de données à jour, et caractériser des substances pour certifier l'origine, tisser des partenariats entre parties prenantes, établir des infrastructures et des structures compétentes pour la certification d'origine, dont la numérisation des données pour que ces dernières soient accessibles par le public.

Il y a néanmoins des obstacles à relever dont le budget pour établir le processus de traçabilité. Ce dernier peut être résolu par la participation active des bureaux de la géologie dans la certification des origines, le suivi et le contrôle des flux de données disponibles sur les origines.

5.8. Références

BAD, 2021, FashionomicsAfrica, The Potential of African Jewellery Manufacturing https://fashionomicsafrica.org/webinars/the-potential-of-african-jewellery-manufacturing

Cartier L., Ali S., Krzemnicki M., 2018. The Journal of Gemmology 36(3), 212-227.

CDC, 2022. Rapport public 2022. République de Madagascar. Cours des Comptes

https://ccomptes.mg/fr/rapports/publics. Accès en décembre 2022.

Duffy, R., 2005. Global environmental governance and the challenge of shadow states: the impact of illicit sapphire mining in Madagascar. Development and change 36(5), 825-43.

Duffy, R., 2007. Gemstone mining in Madagascar: transnational networks, criminalisation and global integration. The Journal of Modern African Studies 45(2), 185-206.

EITI, 2022. https://eiti.org/fr/artisanat-minier-petite-echelle. Accès en déc. 2022.

Faure M., Rakotomalala O., Pelon R., 2015. Retombées économiques de l'exploitation minière industrielle à Madagascar. Résumé de recherche. Economic Contributions from Industrial Mining in Madagascar. Washington, World Bank Group.

Disponible à : http://documents.worldbank.org/curated/en/792221468189847561/Retombees-economiques-de-lexploitation-miniere-industrielle-a-Madagascar-resume-de-recherche.

Federman D., 1990. African Amethyst. Modern Jeweler's Consumer Guide to Colored Gemstones, Springer, 26-9.

Hilson G., 2009. Small-scale mining, poverty and economic development in sub-Saharan Africa: An overview. Resources Policy 34(1), 1-5.

Industry News. A new milestone for traceable gems. Provenance Proof Marketplace makes access to transparently traded gems easier and more convenient https://jewelleryoutlook.com/lab-news-a-new-milestone-for-traceable-gems-provenance-proof-marketplace-makes-access-to-transparently-traded-gems-easier-and-more-convenient/. Accès en novembre 2022.

Kafuka J.R., 2021. DRC: coltan. An asset for illegal traders https://manskligsakerhet.se/2021/06/01/drcs-coltan-an-asset-for-illegal-traders/. Accès en Décembre 2022.
Lawson L., 2016. Rice, sapphires and cattle in a changing climate: Artisanal and small-scale mining of sapphires in Madagascar, the work lives of women miners. Between the Pick and the Plough. Ed. KuntalaLahiriDutt, ACT, Australian National University.

OCDE, 2016. Due Diligence Guidance for Responsible Supply Chains of Minerals from Conflict-Affected and High-Risk Areas, http://mneguidelines.oecd.org/duediligence. Accès en décembre 2022.

Rakotondrasoa H.I., 2017. Étude de préfaisabilité pour la mise en place d'un atelier de lapidairerie à Antananarivo-Ville. Mémoire de fin d'études en vue de l'obtention du diplôme de Licence Professionnelle, Parcours : Gemmologie-Lapidairerie-Bijouterie, Université d'Antananarivo.

Rakotonirina, E.R.S., 2006. Étude de prefaisabilité pour la mise en place d'une bijouterie industrielle à Antananarivo. Mémoire de fin d'études en vue de l'obtention du diplôme d'ingéniorat en mines, Université d'Antananarivo.

RCS Global, 2017. Blockchain for traceability in minerals abd metals supply chains: opportunities and challenges. https://www.rcsglobal.com/wp-content/uploads/2018/09/ICMM-Blockchain-for-Traceability-in-Minerals-and-Metal-Supply-Chains.pdf. Accès en novembre 2022.

Shortell P., Irwin E., 2017. Governing the Gemstone Sector: Lessons from Global Experience. Natural Resource Governance Institute.

Tilghman L., Baker M., DeLeon S.D., 2005. Artisanal sapphire mining in Madagascar: Environmental and social impacts. University of Vermont Gemecology Reports.

ANNEXE 1 | LISTE DES QUELQUES MATÉRIELS D'IDENTIFICATION DES PIERRES GEMMES

Matériel de gemmologie	
Microscope	Stylo de dureté
Microscope à immersion	Filtre Jade
Échelle graduée en grammes	Filtre couleur Chelsea
Balance graduée en carats	Loupe oculaire
Lamp UV	Loupe 6x Zeiss
Polariscope	Loupe pilante simple
Réfractomètre Rayner	Loupe à fond noir x10
Réfractomètre à échelle intérieure	Jauge millimétrée
RI Krauss	Optiviseur
Dichroscope Rayner	Kit d'identification de pierre

ANNEXE 2 | LISTE ET PRIX ESTIMATIFS DE MATÉRIELS POUR UN CENTRE DE TAILLE ET POLISSAGE DES PIERRES GEMMES.

Équipements collectifs pour 4 étudiants				
Description	**Observation**	**Prix unitaire (US$)**	**Quantité nécessaire**	**Total (US$)**
Machine pour taille à facette	4 postes de travail	3 000	4	12 000
Cabochonneuse	6 meules	3 000	2	6 000
Machine pour sciage		1 200	2	2 400
Meule pour polissage				
Meule en cuir		10	2	20
Meule en feutre		7	2	14
Meule en phénolique		50	2	100
Meule en lucite		25	2	50
Roulette chargeur		35	4	140
Pince à griffe		10	2	20
Gemtemp		15	3	45
Diagramme	100 copies	10	1	10
Balance		50	1	50

Équipements individuels par étudiant				
Meule diamantée				
180 mailles		140	1	140
100 mailles		140	1	140
260 mailles		109	1	109
360 mailles		93	1	93
1 200 mailles		92	1	92
Meule métallique				0
Meule en étain		80	1	80
Meule en aluminium		30	1	30
Meule en cuivre		80	2	160
Pince brucelle		20	1	20
Pied à coulisse		15,5	1	15,5
Pièce à main		1 000	1	1 000
Loupe 10x		22	1	22
Optiviseur		32	1	32
Set de dopage	Kit de 33 pièces	9	33	297
Lampe à alcool		6,5	1	6,5
Gabarit de transfert		180	1	180
Engrenages d'indice 96 80 64 120		45	4	180

Consommables pour 1 mois et pour 4 étudiants				
Poudre de polissage 50 000 mailles	50 carats	22	1	22
Poudre de pré-polissage 14 000 mailles	50 carats	22	1	22
Poudre de pré-polissage 3000 mailles	50 carats	22	1	22
Lampe à huile	1 litre	6	1	6
Essuie-tout	2 rouleaux	6	1	6
Cire	pack	17,5	1	17,5
Oxyde de polissage étain	50 carat	7	1	7
Oxyde de polissage de cérium	50 carat	7	1	7
Détergent liquide	1 litre	2	1	2
Colle epoxy		5	1	5
Pinceau		1,5	30	45
Alcool	1 litre	7	1	7
Mèche pour lampe	pack de 100	2,5	1	2,5
Lame de scie	2 lames	34	2	68
Total général en US$				23 643

Les prix affichés sont en date de Juillet 2022. La livraison et les taxes divers ne sont pas inclus.

ANNEXE 3 | ÉTAPES EN JOAILLERIE ET ÉQUIPEMENTS NÉCESSAIRES.

Étapes	Matériel
Fonte	Fours (four à gaz avec soufflerie, four électrique type GC, fondeuse à induction)
	Creusets (plombagine, à base de silice)
	Agitateurs (agitateur « silice », agitateur « quartz », agitateur « graphite »)
	Lingotières
	Protections (gants, lunettes)
	Métaux
Brassage	Chalumeaux et ses accessoires (chalumeau à gaz-air soufflé, chalumeau gaz-air, chalumeau OXYGAZ)
	Micro-dards
	Soufflets (soufflets à ballon et soufflet dôme)
	Compresseur
	Flux ou protection des brasures (borax, collabore, Néo-Borax)
	Brasures fils laminés (brasures pr 750/1000e sans Cd et avec Cd, brasures Ag, etc.), brasures en pâte et en poudre
	Supports de brasage (plaques en fibre, plaques cartoplanes, plaque thermo-choc, plaques céramiques « nid d'abeille », toile de fer, charbon à souder, outil « 3e main », etc.)
	Microdoseurs
Dérochage	Lampe à alcool ou à gaz
	Déroche électrique

Étapes	Matériel
Fonte à cire perdue	Spatules pour sculpter la cire
	Grappeur de cire
	Moules caoutchouc pré-vulcanisés
	Cadres aluminium pour moules pré-vulcanisés
	Bistouris
	Écarteur à 2 griffes
	Brûleur de caoutchouc
	Vulcanisateurs
	Injecteur de cire (manuel, à pompe manuelle et à air comprimé)
	Bol de mélange
	Mélangeurs de cire
	Cylindres perforés
	Fours de cuisson avec programmateur
	Tables de mise en revêtement
	Table de coulée (reliée à une pompe à vide ou compacte ou micro-fusion)
	Accessoires de coulée (creusets, pinces, joints pour table, etc.)
Laminage	Laminoirs (laminoirs d'établi à bras ou électrique pour fils ou pour plaques ou mixtes)

Étapes	Matériel
Étirage et tréfilage	Filières (trous ronds, carrés et de formes)
	Pinces à étirer à la main
	Banc à étirer (à bras ou électrique)
	Tréfileuses à la main ou à moteur
Tenue et fixation	Étaux (à main, à queue, etc.)
	Pinces
	Brucelles
	Tournevis
	Belle
	Aimant
	Colles (cyanolit, araldite, Penlog GTT, etc.)
Sciage et coupe	Cisailles (cisailles à main, ciseaux, cisailles circulaire à bras)
	Scies (scies à repercer, scies torsadées, scies circulaires)
	Bocfils brevetés
	Outils pour scier les charnières
	Pinces (pinces coupantes inclinées, pinces coupantes Lindstrom, etc.)
	Tour à scier

Étapes	Matériel
Fraise et perçage	Fraises et porte-fraise
	Perceuses-moteurs suspendus
	Pièces à main (2000, 4045, 2070, 4200, 3025, etc.), maillet automatique « 2650 »
	Micromoteurs (green star ou 5000, etc.)
	Forets (hélicoïdaux, diamanté, sertisseur)
	Filières à tarauder
	Grattoir double emmanché
	Pistolet perce-oreilles
	Equarrissoirs
Limage	Limes (aiguilles, Suisse, plates françaises, diamantées, etc.)
Forgeage et embout	Matrices à emboutir
	Marteau automatique à dressé vertical
	Machines à agrandir ou diminuer les alliances
	Machines à poinçonner
	Outil à cambrer ou à cintrer
	Triboulets en acier trempé
	Maillets

Étapes	Matériel
Sertissage et gravage	Moteurs-suspendus
	Micromoteurs
	Pièces à main
	Échoppes
	Endouilloirs
	Perloirs
	Roulettes à fourche
Test et mesure	Pieds à coulisse
	Palmers
	Rapporteur d'angles
	Trusquin
	Calibres (calibres bracelets, calibres à pierres ou à diamant, etc.)
	Réglets, équerres, compas
	Baguiers et triboulets
	Nécessaire à toucher (ampoules d'acide, pierre de touche)
	Détecteur de diamant
	Testeur de Moissanite (C3 590 ou Mohs)
	Loupes (binoculaire, pliante, à contrôle)
Pesage	Balances électroniques de précision

Étapes	Matériel
Polissage	Tables de polissage industriel 1 ou 2 places et ses accessoires
	Tables de polissage d'établi
	Tonneaux à polir
	Tambour à polir
	Brosses à main
	Papier émeri
	Gants en coton et doigtiers en cuir
Nettoyage et séchage	Appareils de nettoyage par ultrasons
	Sécheuse tambour à sciure
	Sécheuses à air chaud pulsé et sciure « fluidisée »
	Sécheuse à air chaud pulsé
	Filtre lave-mains à décantation
Mobiliers et équipements	Établis
	Tabourets
	Lampes (spot halogène flexible, 2 tubes fluorescents, annuaire avec loupe, etc.)
	Boîtes (à ouvrage « chaîniste », à limaille)
	Aimant
Traitement de surface	Redresseur « RHODOR »
	Redresseur préréglé « RHODIACLA 2 »

ANNEXE 4 | LISTE NON EXHAUSTIVE DU PERSONNEL POUR UN ATELIER DE JOAILLERIE À PRODUCTION INDUSTRIELLE.

Personnel administratif

Le personnel administratif est composé de différents services.

- Service de Direction
  - Un Directeur Gérant
  - Un Conseiller juridique
  - Un Sécrétaire de direction
  - Un Chauffeur mécanicien
  - Un Agent de sécurité
  - Un Coursier
  - Un Technicien de surface
- Service Administratif et Financier (SAF)
  - Un Chef de SAF
  - Un Comptable
  - Un Secrétaire
  - Un Responsable du personnel
- Service Commercial (SC)
  - Un Chef de SC
  - Un Assistant commercial
- Service Technique (ST)
  - Un Chef de ST
  - Un Infirmier
  - Un Secrétaire
  - Deux Chauffeurs mécaniciens
  - Quatre Agents de sécurité
  - Un Technicien de surface

Personnel de production

- Service de la Production (SP)
  - Un Chef de production
  - Un Responsable magasinier
  - Un Responsable dessinateur
  - Un Responsable fondeur
  - Un Responsable soudeur
  - Un Responsable sertissage, perçage et fraisage
  - Un Responsable finition
  - Un Responsable nettoyage
  - Trois Agents d'entretien
  - Trois Agents de sécurité
  - Quinze Ouvriers
- Service de l'Atelier de traitement (AT)
  - Un Chef d'atelier

- Un Responsable décapage et laminage
- Un Responsable purificateur de l'or
- Un Magasinier
- Un Lapidaire
- Deux Agents d'entretien
- Trois Agents de sécurité
- Trois Ouvriers

ANNEXE 5 | LISTE NON EXHAUSTIVE DES MÉTAUX UTILISÉS EN JOAILLERIE.

Élément	**Alliage de/avec**
Platine (Pt)	Platine, or
Or (fin) Au	Platine, or, argent
Argent (Ag)	Platine, or, argent
Cuivre (Cu)	Or, argent, laiton maillechort
Plomb (Pb)	Or
Nickel (Ni)	Or, laiton, maillechort
Zinc (Zn)	Laiton, maillechort, arcap
Étain (Sn)	Laiton, bronze





6. Les efforts de formalisation du secteur minier artisanal en République Démocratique du Congo

Par Lotte HOEX et Ken MATTHYSEN
International Peace Information Service (IPIS)

6.1. Introduction

Lorsqu'elles sont contrôlées et gérées de manière efficace, les chaînes d'approvisionnement d'exploitation minière artisanale et à petite échelle légales et responsables sont source de moyens de subsistance et contribuent au développement rural, mais peuvent également constituer un facteur de paix et de stabilité.

L'exploitation minière artisanale et à petite échelle (EMAPE) est une activité légale en République Démocratique du Congo (RDC). Bon nombre de dispositions légales n'ont toutefois jamais été pleinement mises en œuvre, ce qui explique pourquoi les mineurs artisans ont souvent des difficultés à travailler dans la légalité. Depuis plusieurs décennies, les acteurs de l'EMAPE ont pris l'habitude de travailler dans le secteur informel. Conscients de l'énorme écart entre la réglementation de l'EMAPE telle qu'elle existe sur le papier et la réalité sur le terrain, de nombreux agents de l'État ferment les yeux sur une grande partie des activités informelles.

6.2. La filière minière artisanale en RDC : contexte historique

Le secteur de l'EMAPE en RDC possède une longue histoire qui remonte à l'époque coloniale (Fahey, 2008). La cassitérite (étain) et le coltan (tantale et niobium) ont été découverts dans la région du Kivu en 1910. Très vite, le secteur de l'étain est entièrement tombé entre les mains d'entreprises privées belges. L'indépendance du Congo en 1960 ne semble pas, dans un premier temps, avoir eu un impact significatif, les entreprises privées belges continuant à opérer dans le pays. L'exploitation industrielle des 3T (étain, tungstène et tantale) s'est toutefois complètement interrompue au cours des trois décennies suivantes, un effondrement expliqué par l'instabilité des marchés mondiaux et la déroute de l'appareil d'État (International Alert, 2010). Contrairement au déclin de la filière minière industrielle formelle, le secteur de l'EMAPE informel n'a, lui, cessé de progresser depuis la libéralisation du secteur minier congolais en 1982 (Vlassenroot et Raeymaekers, 2004), et l'exploitation artisanale a été reconnue comme une activité légale dans les années 1980. Les années 1990 ont été marquées par la dissolution de la filière industrielle dans l'est de la RDC, l'exploitation minière revêtant depuis, un caractère exclusivement artisanal

(IPIS, 2012). À ce jour, les investissements miniers à grande échelle dans l'est de la RDC demeurent limités (Schütte, 2018).

Depuis 2009, IPIS collecte sur le terrain des données relatives à la situation des sites miniers et des routes commerciales dans l'est de la RDC. Entre 2009 et juin 2022, l'institut a cartographié 2 723 mines employant 376 000 mineurs artisans et couvrant la quasi-totalité des zones minières pertinentes dans l'est de la RDC (Figure 6.1). Parmi ces mines, 69 % étaient des mines d'or, 25 % des mines d'étain (cassitérite), 9 % des mines de niobium-tantale (coltan) et 2,4 % des mines de tungstène (wolframite), plusieurs de ces minerais pouvant être extraits sur certains sites (Figure 6.2). De nos jours, l'EMAPE offre un moyen de subsistance direct et indirect à au moins 1,7 million de personnes dans l'est de la RDC.

Les données recueillies témoignent de la prédominance du secteur aurifère. La RDC est l'un des dix premiers producteurs d'or artisanal au monde, une production concentrée principalement dans l'est du pays, même si l'on trouve également des mines d'or plus à l'ouest, au Kasaï et au Kongo-Central. La production aurifère artisanale dans l'est de la RDC se distingue traditionnellement par l'adoption de procédés majoritairement manuels et le recours à des outils rudimentaires tels que pioches, pelles, pieds-de-biche et marteaux. L'emploi d'outils plus mécanisés – concasseurs et dragues, par exemple – a toutefois gagné en importance au cours des dernières années.

FIGURE 6.1 | SITES MINIERS VISITÉS PAR IPIS DANS L'EST DE LA RDC (2009-2022 ; D'APRÈS IPIS).

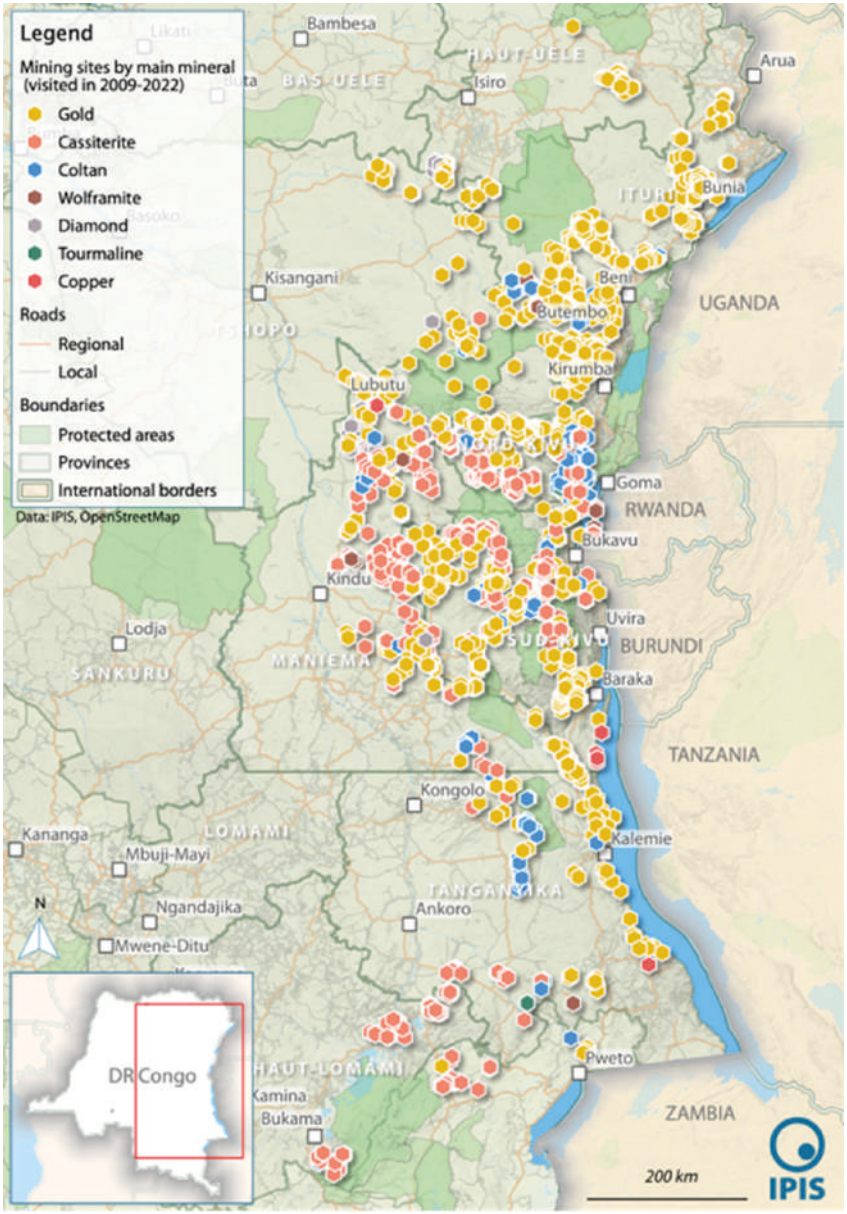
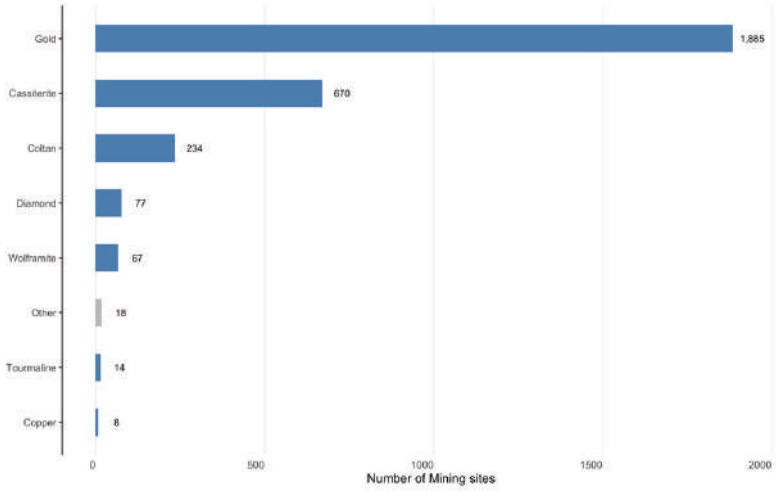


FIGURE 6.2 | RÉPARTITION DES MINÉRAUX DE L'EMAPE EXTRAITS DANS L'EST DE LA RDC (2009-2022 ; IPIS).



6.3. Régulation du secteur minier artisanal en RDC

L'adoption d'un Code minier (2002) et d'un Règlement minier (2003) en RDC a légalisé l'EMAPE et imposé un certain nombre de conditions (Loi n°007/2002) qui obligent notamment les mineurs à s'enregistrer et restreignent l'exploitation à certaines zones désignées. Une série d'exigences supplémentaires sont venues s'ajouter en 2010 : les mineurs doivent être affiliés à une coopérative pour pouvoir travailler dans les mines (Arrêté ministériel, 2010), et tout acteur impliqué dans les chaînes d'approvisionnement en minerais est tenu de respecter les lignes directrices de l'OCDE sur le devoir de diligence ainsi que le Mécanisme régional de certification de la CIRGL (Arrêté ministériel, 2012). L'EMAPE est par ailleurs circonscrite à des zones d'exploitation artisanale (ZEA) spécifiquement désignées, délimitées par décret du ministère des Mines. Les activités de l'EMAPE sont réservées aux ressortissants congolais et limitées en portée comme en équipement. Elles sont régies par un code de conduite assorti d'exigences sécuritaires, sanitaires et environnementales. Les licences EMAPE (« carte d'exploitant artisanal ») doivent être renouvelées chaque année. Les négociants locaux en minerais doivent être en possession d'une licence commerciale (« carte de négociant ») et vendre leurs minerais à des établissements d'achat désignés (les soi-disant « comptoirs » ou « entités de traitement »). Ces derniers sont les seules entités officiellement habilitées à exporter des minerais issus de la production artisanale.

Le Code minier congolais a été révisé en mars 2018, sans toutefois affecter aucune des exigences mentionnées ci-dessus (Loi n°18/001, 2018).

6.4. Institutions gouvernementales dans le secteur minier congolais

À l'échelon national, la gestion du secteur de l'EMAPE est du ressort du ministère des Mines. Celui-ci a la charge de la création des zones d'exploitation artisanale et réglemente le commerce des minerais artisanaux. Une fois attribués, les titres miniers sont encodés dans la base de données nationale par le Cadastre minier (CAMI).

À un échelon décentralisé, c'est la Division minière provinciale qui est investie de la gestion quotidienne du secteur de l'EMAPE, notamment de l'octroi des licences aux mineurs et aux négociants en minerais. Les services techniques du ministère des Mines collaborent également avec les mineurs artisans au niveau local, tandis que le Service d'Assistance et d'encadrement des mines artisanales et de petite échelle (SAEMAPE) fournit un appui technique aux mineurs artisans et aux coopératives minières au niveau de la mine. Ces organismes sont chargés de promouvoir les règles de sécurité et le Code minier national.

Le Centre d'évaluation, d'expertise et de certification (CEEC) s'occupe de la certification des minerais précieux et de la mise en œuvre du système de certification du processus de Kimberley dans le secteur congolais du diamant. Enfin, la Cellule technique de coordination et de planification minière (CTCPM) collecte les données relatives à l'EMAPE à des fins statistiques et est chargée d'élaborer des solutions techniques destinées à accroître la productivité et la sécurité au sein de la filière.

Le gouvernement de la RDC, enfin, a créé fin 2019 l'Autorité de régulation et de contrôle des marchés des substances minérales stratégiques (ARECOMS).

6.5. Obstacles à la formalisation

Bon nombre des dispositions légales décrites ci-dessus n'ont jamais été pleinement mises en œuvre, ce qui explique pourquoi les mineurs artisans ont souvent bien du mal à travailler dans la légalité. Depuis plusieurs décennies, les acteurs de l'EMAPE ont pris l'habitude de travailler dans le secteur informel. Conscients de l'énorme écart entre la réglementation de l'EMAPE telle qu'elle existe sur le papier et la réalité sur le terrain, de nombreux agents de l'État ferment les yeux sur une grande partie

des activités informelles, dont ils tirent souvent des bénéfices eux-mêmes, par le recours notamment à la taxation informelle.

6.5.1. Carte d'exploitation minière artisanale

Les mineurs sont rarement titulaires d'une carte officielle d'exploitation minière artisanale. Les recherches menées par IPIS entre 2016 et 2018 ont révélé que dans 54 % des mines, moins d'un quart des mineurs détenaient une telle carte (711 sites d'EPAME visités par IPIS entre 2016 et 2018). Souvent, les mineurs artisans n'ont aucun avantage à acheter la carte officielle, qu'ils jugent trop chère et qui n'est assortie d'aucun bénéfice pratique. De plus, travailler dans le secteur formel entraîne généralement une augmentation du taux de taxation, les taxes formelles venant s'ajouter aux taxes informelles, difficilement évitables.

6.5.2. Droits fonciers et zones minières artisanales

L'un des obstacles majeurs à la formalisation du secteur de l'EMAPE est la difficulté pour les mineurs d'acquérir des droits miniers sûrs et exclusifs sur les terres. L'exploitation artisanale est autorisée uniquement dans des zones d'exploitation minière artisanale spécialement désignées, les ZEA. Mais outre qu'elles sont peu nombreuses, elles n'offrent qu'une faible sécurité d'occupation, le gouvernement étant susceptible de fermer une zone dans les soixante jours dès lors qu'il la juge viable à des fins d'exploitation industrielle. De surcroît, les ZEA sont souvent situées dans des zones isolées et moins riches en minéraux, le gouvernement réservant à l'EMAPE les zones moins indiquées pour l'exploitation minière industrielle (Singo et Segiun, 2018). Conscients du problème, les services publics tolèrent généralement la poursuite d'activités minières artisanales informelles en dehors des ZEA (Geenen et Radley, 2014). Ainsi, moins de 2 % des 3 000 mines cartographiées par IPIS sont situées dans une ZEA.

6.5.3. Coopératives

Depuis 2010, obligation est faite aux mineurs artisans d'adhérer à une coopérative pour pouvoir exploiter (Arrêté ministériel, 2010). Le Code minier considère les coopératives comme de petites unités de production dotées à terme d'une vocation commerciale. Elles sont censées renforcer la position des mineurs vis-à-vis des autres acteurs du secteur : services publics, propriétaires terriens, commerçants et comptoirs d'exportation, entre autres (EURAC, 2017). Les coopératives congolaises, cependant, ne répondent pas aux critères d'une coopérative tels que décrits dans les normes internationales. De nombreux mineurs y voient l'imposition d'un « mécanisme de contrôle étatique » supplémentaire.

La plupart des coopératives sont des organisations descendantes à la merci des élites locales. Les mineurs ne sont pas impliqués dans le processus de sélection de leurs dirigeants, ne sont pas conscients de leurs droits de représentation et ne participent généralement pas aux réunions de la coopérative. Celles-ci ne four-

nissent aucune assistance ou presque aux mineurs et instaurent régulièrement des monopoles commerciaux. Elles imposent une contribution financière aux mineurs, et augmentent ainsi les coûts liés au secteur formel. En l'état actuel des choses, les coopératives minières compromettent plutôt la situation socio-économique déjà précaire des mineurs. Si la majorité des mines disposent d'une coopérative (74 % des 711 mines d'EMAPE visitées par IPIS entre 2016 et 2018), dans plus d'un cas sur deux, moins de la moitié des mineurs en sont membres (Matthysen et al., 2019). La plupart des sites miniers, en revanche, connaissent des formes d'organisation alternatives, comme par exemple des associations plus informelles ou des « comités de creuseurs », beaucoup plus actifs dans la défense des intérêts des mineurs.

6.5.4. Taxation

Le secteur informel décrit ci-dessus se caractérise par un « pluralisme juridique », à savoir la coexistence de différents systèmes normatifs (système foncier statutaire, systèmes coutumiers et diverses pratiques informelles de gouvernance foncière) et de différentes autorités normatives, au nombre desquelles l'État (et ses services), les autorités coutumières, les communautés locales et les acteurs économiques. Il se distingue également par une responsabilisation croissante des initiatives d'approvisionnement, sous l'impulsion de divers acteurs internationaux (Geenen et Claessens, 2013). Des taxes légales sont parfois prélevées dans des zones interdites à l'EMAPE et légitiment à ce titre l'exploitation illégale. C'est par exemple le cas dans certaines zones protégées.

Outre les taxes légales, les mineurs et les commerçants doivent également s'acquitter de taxes illégales : paiements dépourvus de base légale, taxes légales mais prélevées à un taux illégal, ou encore taxes pour lesquelles aucun reçu n'est fourni (Max Impact). La taxation illégale, fréquente sur les sites miniers, est le fait de différents agents de l'État et autorités coutumières, mais aussi de groupes armés et de l'armée nationale. Le transport des minerais est également soumis à une taxation illégale systématique aux barrages routiers, opérée par les mêmes acteurs : agents de l'État, autorités coutumières, groupes armés, unités de l'armée, etc. Une étude IPIS/DIIS de décembre 2017 a répertorié 798 barrages routiers dans les seules provinces du Nord et Sud-Kivu. La grande majorité de ces barrages routiers servent à des fins de taxation (illégale) (Schouten et al., 2017).

Au cours des quinze dernières années, de nombreux observateurs ont pointé du doigt la lourdeur de la charge fiscale en RDC comme l'un des freins à l'entrée des mineurs et commerçants artisans dans le secteur formel, qui entraîne souvent une double taxation, formelle et informelle.

6.5.5. Défis spécifiques au secteur aurifère

Les défis mentionnés précédemment touchent à la fois le secteur artisanal de l'or et celui des 3T. Certains défis spécifiques au secteur aurifère méritent toutefois d'être

mentionnés séparément. L'or ne représente pas seulement la principale filière dans l'est de la RDC en termes du nombre de mineurs artisans occupés, c'est aussi le minerai le plus « problématique » du secteur de l'EMAPE. C'est principalement dans le secteur de l'or artisanal que les acteurs préfèrent opérer en dehors de circuits formels, afin d'obtenir un meilleur prix.

On estime à quelques 15-22 t la production annuelle d'or doré artisanal en RDC. Seuls 230 kg ont été exportés officiellement en 2017, les exportations officielles en 2018 s'élevant à peine à 56 kg, un chiffre dramatique. Plus de 95 % de l'or artisanal (et même 99 % en 2018) quitte le pays sans être comptabilisé, et donc illégalement (BGR, 2019). La grande majorité gagne les pays voisins, en particulier l'Ouganda et le Rwanda, par des voies clandestines, avant d'être ensuite réexportée (officiellement ou non). En outre, certains réseaux de contrebande « exportent » illégalement l'or en droite ligne de la RDC vers des centres internationaux de commerce de l'or tels que Dubaï.

Plusieurs raisons expliquent le haut degré d'informalité du secteur aurifère. Tout d'abord, l'accès au crédit constitue pour les acteurs de la chaîne d'approvisionnement un frein à leur entrée sur le marché formel. Les mineurs et commerçants locaux soit ne peuvent pas (de par leur statut d'emprunteur à haut risque), soit ne veulent pas (les taux d'intérêt pratiqués par les banques locales étant souvent supérieurs à leur marge bénéficiaire sur la vente d'or) accéder aux formes légales de crédit. Ils préfinancent donc leur activité minière en contractant des prêts auprès d'acteurs impliqués dans la contrebande d'or et, par voie de conséquence, atterrissent eux-mêmes dans le commerce informel de l'or. Deuxièmement, on soupçonne les commerçants informels de pouvoir proposer de meilleurs prix en troquant l'or contre des biens importés, qu'ils revendent ensuite avec une marge importante. L'or, en effet, n'est pas seulement un produit minéral mais aussi un instrument financier (Sofola Partners and Better Chain, 2019).

Troisièmement, il est probable que les réseaux criminels utilisent l'or à des fins de blanchiment d'argent et ne voient donc aucun inconvénient à payer un prix plus élevé que celui proposé aux mineurs et commerçants sur le marché formel. Une quatrième explication au caractère hautement informel du secteur aurifère est que la « réputation » dont jouit actuellement l'or congolais dissuade les négociants de l'exporter en tant que tel par voie formelle. Et qu'ils veuillent ou non l'exporter légalement, les options pour le faire sont limitées, seul un faible nombre de mines d'or étant certifiées. Enfin, par rapport aux minéraux 3T, l'or peut être facilement passé en contrebande en raison de son rapport valeur/volume élevé.

6.6. Initiatives (inter)nationales de lutte contre l'informalité du secteur de l'EMAPE

Plusieurs initiatives nationales et internationales ont été mises en place depuis la fin des années 2000 pour lutter contre l'informalité du secteur, et plus particulièrement pour traiter la question des « minerais de conflit ».

6.6.1. CIRGL - Mécanisme régional de certification

En septembre 2006, les États-membres de la Conférence internationale de la région des Grands Lacs (CIRGL) ont signé un Protocole sur la lutte contre l'exploitation illégale des ressources naturelles, conférant ainsi une base juridique à l'Initiative régionale contre l'exploitation illégale des ressources naturelles (IRRN). Le premier – et principal – outil de l'IRRN est le Mécanisme régional de certification (MRC) pour les 3TG (3T et or). Le MRC définit notamment des critères de certification des sites miniers et des exportations de minerais, ainsi que des exigences en matière de traçabilité et de chaîne de contrôle.

En RDC, l'évaluation des sites miniers dans le cadre du MRC est confiée à des équipes multipartites (les « équipes conjointes de qualification ») composées de représentants du gouvernement, d'organismes publics et de partenaires internationaux actifs dans le secteur des ressources naturelles. Celles-ci évaluent la situation sécuritaire des sites et de leurs abords, ainsi que les risques socio-économiques : travail des enfants, profondeur des puits, présence de femmes enceintes, enjeux environnementaux, etc. Les sites sont ensuite classés rouges, jaunes ou verts sur la base de ces observations. Une fois qualifiés par le ministre des Mines, les sites classés verts ou jaunes sont autorisés à produire des minerais en vue d'une exportation certifiée. Les sites classés jaunes disposent d'un délai de six mois pour pallier les infractions à un ou plusieurs des critères du MRC.

Comme seuls les minerais 3TG provenant de mines qualifiées peuvent être exportés en toute légalité, il est crucial que toutes les mines EMAPE éligibles soient validées dès que possible. La mise en œuvre du processus de validation en RDC a toutefois souvent été critiquée pour sa lenteur. Les équipes conjointes de qualification sont composées de toute une série d'acteurs, ce qui rend les missions de qualification coûteuses et complexes sur le plan logistique. Seuls quelques sites d'EMAPE ont été qualifiés par les inspecteurs du gouvernement. 75 % des 175 sites 3T visités par IPIS ne le sont pas. Ce pourcentage est encore plus élevé dans le secteur aurifère, où 96 % des 1 865 mines d'or visitées par IPIS n'ont pas été qualifiées. Les mineurs travaillant sur ces sites sont considérés comme opérant illégalement et n'ont pas accès aux marchés légaux.

6.6.2. Obligations (inter)nationales en matière de devoir de diligence

Le devoir de diligence est un processus que les entreprises ou les particuliers sont tenus de mettre en œuvre pour s'assurer que l'extraction et le commerce des minerais soutiennent la paix et le développement et non pas les conflits. La norme internationalement reconnue en matière de devoir de diligence est le Guide OCDE sur le devoir de diligence. Celui-ci fournit des recommandations détaillées pour aider les entreprises à respecter les droits de l'Homme et à éviter de contribuer aux conflits par leurs décisions et pratiques d'approvisionnement en minerais. Le Guide OCDE a une portée mondiale et s'applique à toutes les chaînes d'approvisionnement en minerais. La législation nationale de la RDC a intégré le Guide OCDE, et donc les obligations faites aux entreprises (ministère des Mines, Note circulaire n°02/CAB. MIN/MINES/01/2011).

Depuis 2010, la section 1502 de la loi américaine Dodd-Frank impose des mesures de devoir de diligence aux entreprises actives sur les bourses américaines et qui s'approvisionnent en or et en minerais 3T provenant de l'est de la RDC ou des neuf pays limitrophes. Elle a ainsi donné une impulsion aux efforts consentis pour lutter contre le financement des conflits par l'exploitation et le commerce des minerais et accroître le volume du commerce responsable des minerais. Parallèlement, la surveillance accrue dont fait l'objet le financement des conflits s'est accompagnée de conséquences socio-économiques à court terme, la plupart des négociants internationaux en minerais s'abstenant en 2010 de s'approvisionner en minerais extraits en RDC.

L'Union européenne (UE) a adopté en 2017 un nouveau règlement visant à empêcher l'exportation des minerais et métaux de conflit (3T et or) vers l'UE, à empêcher les fonderies et les affineries, tant européennes que mondiales, d'utiliser des minerais de conflit, et, enfin, à mettre un terme aux abus perpétrés contre les mineurs. Ces exigences ont pris effet en janvier 2021. Si la loi Dodd-Frank 1502 vise spécifiquement les minerais 3TG extraits en RDC et dans les pays voisins, le règlement européen, lui, couvre toutes les zones de conflit et à haut risque.

6.6.3. Traçabilité des minerais

Les initiatives de traçabilité permettent de connaître les voies commerciales empruntées par le minerai, de la mine d'origine au point d'exportation. La plupart des initiatives d'approvisionnement responsable reposent à la fois sur la certification et la traçabilité. En ce qui concerne cette dernière, le principal outil à la disposition du devoir de diligence de la chaîne d'approvisionnement dans l'est de la RDC est l'Initiative sur la chaîne d'approvisionnement en étain (iTSCi) de l'Association internationale de l'étain (ITA). iTSCi est une initiative multipartite à but non lucratif mise en place par l'ITA et dirigée par le secteur. Elle couvre les minerais d'étain, de tantale et de tungstène, et est opérationnelle en RDC depuis 2010. iTSCi met en œuvre la traçabilité en fournissant aux agents gouvernementaux congolais des étiquettes que

ceux-ci utilisent pour identifier la production de minerais 3T sur le site minier et le long de la route commerciale suivie, et ainsi vérifier l'origine des minerais en amont de la chaîne. Elle organise également des activités connexes visant à surveiller les chaînes d'approvisionnement : signalement des incidents, gestion des risques, etc. Outre iTSCi, on compte également d'autres initiatives de traçabilité à plus petite échelle, comme par exemple le Better Sourcing Program (BSP) ou l'Initiative pour la traçabilité de l'or artisanal (ITOA) mise en place par l'État congolais.

6.6.4. Défis et impact des initiatives d'approvisionnement responsable

Les « initiatives d'approvisionnement responsable » comprennent toutes les initiatives (inter)nationales qui cherchent à lutter contre l'exploitation et le commerce illégaux de minerais, mais aussi contre le financement des conflits dans la filière minière. Outre les efforts mentionnés ci-dessus, on dénombre également un large éventail d'initiatives plus modestes, souvent financées par des dons. D'une manière générale, toutes ces initiatives encouragent la mise en place d'un cadre formalisé pour le secteur artisanal. La formalisation risque toutefois de « déposséder » les mineurs artisans au profit des élites locales et des grandes entreprises. La création de coopératives et le recours à des agents de l'État, par exemple, concentrent davantage encore le contrôle et l'accès au secteur entre les mains des élites. Le harcèlement régulier dont ils font l'objet et la perception de taxes illégales par les services publics, ceux-là mêmes en charge de la formalisation, fragilisent la position des mineurs artisans (EURAC, 2017). Un autre défi majeur auquel sont confrontées les initiatives de formalisation est le fait qu'à l'heure actuelle, le coût des programmes de devoir de diligence n'est pas réparti entre les acteurs en amont, intermédiaires et en aval. Le coût du devoir de diligence est en grande partie supporté par les mineurs locaux, sans aucune prime de conformité compensatoire significative sur les prix aux consommateurs.

Enfin, un défi majeur des initiatives a trait à leur échelle, la plupart d'entre elles n'atteignant qu'un faible pourcentage de mineurs artisans. Bien qu'elles couvrent une partie importante de l'exploitation minière 3T, ces initiatives n'englobent qu'une petite fraction du secteur aurifère, lequel représente plus de 70 % du secteur de l'EMAPE dans l'est de la RDC (sur l'ensemble des 3 124 sites d'EMAPE visités par IPIS).

IPIS et certains autres organismes ont évalué l'impact des programmes de devoir de diligence sur les communautés minières de l'est de la RDC (PRG et autres, 2020). Ceux-ci impliquent une surveillance continue de la production et du traitement des minerais dans le but de s'assurer que les fournisseurs respectent les droits de l'Homme et évitent d'attiser les conflits. Combinant correspondances statistiques et données nouvelles provenant de plus de 300 mines 3T et mille ménages, l'étude a révélé que les zones dotées d'un programme de devoir de diligence étaient moins sujettes à l'interférence de l'armée nationale et connaissaient une plus forte présence de régulateurs gouvernementaux par rapport aux ménages établis dans des

zones sans programme de devoir de diligence. Cela ne signifie pas nécessairement que les programmes d'approvisionnement responsable sont gage de sécurité sur les sites miniers. Souvent même, c'est précisément l'absence (préalable) d'ingérence armée qui attire les programmes de validation, de devoir de diligence et de traçabilité. La perspective d'être couverts par une démarche d'approvisionnement responsable peut néanmoins être perçue par les acteurs locaux comme un dividende de la paix.

Les ménages établis dans des zones dotées d'un programme de devoir de diligence font état de plus de 58 % de collecte d'impôts et de prestation de services en plus par les régulateurs gouvernementaux. Fait intéressant, ils ne déclarent pas se sentir plus en sécurité que dans les zones dépourvues d'un tel programme. Les mines situées dans des zones dotées d'un programme de devoir de diligence ne connaissent pas un taux de travail des enfants significativement plus faible et ne se démarquent pas non plus par une différence manifeste dans le nombre de blessures dues à des accidents. Enfin, l'étude a relevé des éléments de preuve indiquant que le bien-être économique des ménages est plus élevé dans les zones où des initiatives d'approvisionnement responsable ont été mises en place. Celles-ci affichent par exemple une augmentation de la consommation de nourriture et du crédit mobile.

6.7. Conclusion

Bien que l'exploitation minière artisanale et à petite échelle soit une activité légale en RDC, en réalité, les mineurs travaillent rarement dans la légalité et il existe un large fossé entre la législation minière et la pratique. Le Code minier et le Règlement minier congolais imposent à l'EMAPE un certain nombre de conditions : enregistrement des mineurs, affiliation à une coopérative, respect des normes internationales, désignation de zones spécifiques, etc. Bon nombre de ces dispositions légales n'ont toutefois jamais été pleinement mises en œuvre, ce qui explique le caractère informel de la grande majorité du secteur. Bien souvent, la formalisation ne comporte aucun avantage pour les opérateurs artisanaux. Au contraire, travailler dans le secteur informel permet aux mineurs et commerçants d'éviter une multitude de taxes légales. C'est principalement dans le secteur aurifère que les acteurs de l'EMAPE préfèrent opérer en dehors des circuits formels, afin d'obtenir un meilleur prix pour leur or.

Au niveau politique, le principal défi consiste à formaliser le secteur de l'EMAPE, et en particulier celui de l'or, pour en faire un moteur de développement local, tout en empêchant l'ingérence des groupes armés et des réseaux criminels. Les initiatives d'approvisionnement responsable mises en place en RDC visent à relever ce défi en assurant une certification de l'origine des minerais et des conditions d'exploitation. La plupart d'entre elles organisent également la traçabilité des minerais, et permettent ainsi de connaître l'itinéraire commercial emprunté par ceux-ci entre

la mine et leur point d'exportation. Le Mécanisme régional de certification, iTSCi et d'autres ont, dans une certaine mesure, permis de réduire la taxation illégale et la présence armée. Mais comme ces initiatives n'atteignent qu'un faible pourcentage de mineurs artisans, leur impact sur le développement local et la stabilisation reste limité. Si elles couvrent une part importante de l'exploitation minière 3T, elles n'incluent qu'une petite fraction du secteur aurifère. Leur impact sur la formalisation du secteur de l'EMAPE est par conséquent restreint.

Il importe de fournir aux mineurs artisans des incitants qui les poussent à s'engager dans le processus de formalisation du marché et de supprimer les obstacles qui freinent leur inclusion dans un cadre juridique. Le renforcement des compétences est un autre point qui nécessite une attention particulière. Afin de réussir à formaliser le secteur minier artisanal, il est urgent d'étendre les compétences des organismes publics locaux.



7. De la malédiction des ressources aux minerais de conflit : les enseignements de la République Démocratique du Congo

Par Lotte HOEX et Ken MATTHYSEN
International Peace Information Service (IPIS)

7.1. Introduction

La République Démocratique du Congo (RDC), et plus particulièrement sa partie orientale, a connu un quart de siècle agité. Après plusieurs décennies du régime kleptocrate de Mobutu Sese Seko, le pays a été le théâtre de deux guerres successives en 1996 et 1998. Si, officiellement, la « deuxième guerre du Congo » a pris fin en 2003, des groupes rebelles continuent toutefois à émerger et proliférer dans l'est de la RDC, notamment dans les provinces de l'Ituri, du Nord et Sud-Kivu, du Maniema et du Tanganyika. L'insécurité, les déplacements de population et les violations des droits humains constituent aujourd'hui le lot quotidien de nombreuses communautés.

L'exploitation et le commerce des minerais ont souvent été associés aux conflits dans l'est de la RDC. Le secteur minier représente une source de recettes importante pour bon nombre de belligérants, parmi lesquels des groupes rebelles et des unités de l'armée. Le tableau est néanmoins plus complexe : les factions armées disposent d'autres sources de financement, et le secteur minier constitue d'abord et avant tout une source considérable de revenus pour des centaines de milliers de ménages dans l'est de la RDC.

7.2. L'exploitation minière (artisanale) dans l'est de la RDC

La RDC possède un large éventail de ressources naturelles, importantes tout autant pour l'économie locale que pour le marché régional et international : minerais (or, étain, cobalt, cuivre, etc.), potentiel hydroélectrique, terres arables (et produits agricoles, dont le cacao), riche biodiversité, forêt tropicale et (charbon de) bois. Les enjeux sont donc de taille.

L'exploitation des ressources minérales en RDC possède une longue histoire qui remonte à l'époque coloniale. Les problèmes de gestion et les crises que le marché international des minéraux a connu dans les années 1980 ont entraîné le déclin du secteur minier industriel formel. La filière artisanale informelle, en revanche, a connu une hausse constante depuis la libéralisation du secteur minier amorcée par

Mobutu en 1982. Dans les années 1990, le secteur minier industriel avait complètement disparu dans l'est du pays, et l'exploitation minière revêtait un caractère exclusivement artisanal. Depuis, l'extraction artisanale de l'étain, du tantale, du tungstène et de l'or constitue une stratégie de subsistance essentielle, ainsi qu'une source de revenus importante, pour bon nombre de communautés (isolées). On estime à plus de 500 000 le nombre de mineurs employés dans les mines de l'est de la RDC, lesquels entretiennent à leur tour une population plus importante (IPIS/CIFOR, 2012).

La filière minière artisanale congolaise revêt un caractère essentiellement informel. Seuls quelques-uns des acteurs qu'elle occupe sont enregistrés officiellement. Cela ne signifie pas nécessairement que le secteur est en proie au chaos. Les mécanismes de production mis en œuvre et les modèles commerciaux adoptés sont même relativement structurés : le minerai est extrait par des centaines de milliers de mineurs et revendu à des intermédiaires locaux avant de gagner les principaux centres commerciaux qui avoisinent la frontière orientale. Les pouvoirs publics peinent toutefois à contrôler la filière artisanale, et ce, pour plusieurs raisons : corruption, méfiance des acteurs miniers envers les représentants de l'État, incapacité à couvrir le territoire placé sous leur responsabilité, ou encore manque de moyens, de personnel, de ressources et de connaissances techniques.

7.3. Les minerais, source de conflit dans l'est de la RDC ?

Le concept de « minerais de conflit » joue un rôle important dans l'analyse des conflits qui touchent l'est de la RDC depuis une vingtaine d'années. L'Organisation de coopération et de développement économiques (OCDE) définit les « minerais de conflit » comme des « minerais provenant de zones de conflit ou à haut risque » (conflict-affected and high-risk areas, CAHRA), zones qu'elle identifie par « l'existence d'un conflit armé, d'une violence généralisée ou d'autres risques d'atteinte aux populations ». Elle précise en outre que « les zones à haut risque se caractérisent souvent par l'instabilité politique ou la répression, la faiblesse des institutions, l'insécurité, l'effondrement des infrastructures civiles ou une violence généralisée, mais aussi des atteintes systématiques aux droits de l'Homme et des violations du droit national et international » (OCDE, 2013). La RDC est souvent considérée comme un cas d'école de CAHRA et une illustration parfaite du phénomène des « minerais de conflit ».

Parmi les « minerais de conflit » présents dans l'est de la RDC, on recense l'étain, le tantale, le tungstène (extraits dans le pays sous la forme respective de minerai de cassitérite, de coltan et de wolframite) et l'or, communément regroupés sous l'appellation 3TG. Bien que le débat se concentre essentiellement sur les 3TG, il importe de comprendre que certaines des autres ressources mentionnées plus haut, telles

que le bois, le charbon de bois, la terre ou encore la faune, jouent, elles aussi, un rôle dans la dynamique et le financement des conflits.
En 2022, l'incapacité du gouvernement central à contrôler la filière minière artisanale offre encore et toujours aux groupes armés et aux services de sécurité de l'État toute licence d'exploiter comme bon leur semble les richesses minérales de la région. Le caractère hautement informel du secteur complique singulièrement la tâche du gouvernement, qui peine à apporter une réponse efficace au phénomène des minerais de conflit dont souffre la RDC (IPIS, 2013). La question reste cependant de savoir dans quelle mesure les ressources naturelles alimentent les conflits – et si la relation est donc principalement causale –, ou si c'est plutôt l'abondance des ressources en question qui permet aux factions armées de financer leur lutte continuelle.

En réponse à cette dernière question, nous pouvons affirmer que les richesses minérales de l'est de la RDC jouent un rôle important dans la persistance de l'insécurité chronique qui touche certaines parties du pays. Les revenus qu'ils tirent du commerce des minerais donnent aux groupes armés les moyens d'opérer, assurent un financement extrabudgétaire aux forces de sécurité de l'État (souvent mal payées) et permettent l'enrichissement d'hommes forts tirant profit de l'insécurité. Tout en reconnaissant que l'abondance des ressources minières n'est pas une cause première du conflit, force est d'avouer que le commerce dont elles font l'objet joue un rôle dans le financement et l'alimentation des conflits en RDC, affaiblissant encore un peu plus une administration déjà fragilisée (IPIS, 2013).

Un bref rappel historique du conflit révélera le rôle joué par les minerais dans son financement et son évolution au fil du temps.

7.4. Contexte historique

La RDC a été la proie de deux guerres successives depuis 1996. La première a pris fin en 1997 avec le renversement du régime de Mobutu par l'Alliance des forces démocratiques pour la libération du Congo (AFDL) de Laurent Kabila, soutenue par les voisins orientaux de la RDC, le Rwanda et l'Ouganda. La seconde a impliqué un large éventail de groupes rebelles congolais ainsi que la plupart des pays voisins de la RDC, ce qui lui a valu le nom de « première guerre mondiale africaine » (Reyntjens, 2009).

Le Rwanda et l'Ouganda ont déclenché la première guerre du Congo (1996-1997) pour des raisons politiques et sécuritaires, afin notamment de rétablir la sécurité dans leurs zones frontalières avec la RDC, encore appelée « Zaïre » à l'époque. La guerre a également permis aux officiers de l'armée rwandaise et ougandaise de se faire une idée du potentiel commercial des richesses minérales du Zaïre. La seconde

guerre du Congo (1998-2003), quant à elle, a revêtu une dimension économique de plus en plus marquée, le président Laurent Kabila accusant le Rwanda et l'Ouganda de soutenir les rebelles du Rassemblement pour la démocratie congolaise en vue de renforcer leur emprise sur les abondantes ressources naturelles de la RDC (Turner 2007, p. 40, 162-163). Ainsi, le Groupe d'experts de l'ONU écrivait dans son rapport final de 2003 : « L'exploitation illégale demeure l'une des principales sources de financement des groupes impliqués dans la poursuite du conflit [...]. Au cours de l'année écoulée, cette exploitation s'est caractérisée par une concurrence intense entre les différents acteurs politiques et militaires, lesquels ont cherché à assurer, voire dans certains cas à étendre, leur contrôle territorial. »

La seconde guerre du Congo a vu une extorsion de plus en plus systématique du secteur minier de l'est de la RDC par des réseaux de type mafieux qui exportaient directement les minerais vers le Rwanda et l'Ouganda.

La seconde guerre du Congo a officiellement pris fin en 2003 avec l'intégration des groupes rebelles belligérants dans un gouvernement de transition. Le conflit a toutefois perduré pendant longtemps encore dans l'est du pays, et, de nos jours encore, on constate l'éclosion périodique de poches d'insécurité et de violence. Nombreux sont les groupes armés congolais et étrangers qui ont cherché refuge dans les vastes territoires de l'est de la RDC. Les minerais de conflit ont continué à jouer un rôle essentiel dans le financement de ces groupes et contribué de ce fait à entretenir l'insécurité. Tant de groupes armés ont vu le jour et disparu au cours des vingt dernières années qu'il est impossible de tous les passer en revue. On dénombre ainsi actuellement quelque 120 groupes armés différents dans l'est de la RDC (Kivu Security Tracker, 2021).

Quelques évolutions sont toutefois perceptibles. Au cours des premières années qui ont suivi la transition, certains des principaux groupes armés ont été impliqués dans des combats intenses dans les provinces du Kivu. Parmi ceux-ci, le Congrès national pour la défense du peuple (CNDP), les Forces démocratiques de libération du Rwanda (FDLR), l'Armée nationale congolaise (FARDC) ou encore les Maï Maï, un conglomérat de milices de défense locales (Spittaels et Hilgert, 2008). Toutes ces factions armées ont tiré un profit direct de l'activité minière dans les provinces du Kivu. En 2009 déjà, l'institut de recherche International Peace Information Service (IPIS) estimait que les groupes armés avaient infiltré plus de la moitié des sites miniers artisanaux et à petite échelle dans l'est de la RDC (Spittaels et Hilgert, 2008).

La situation sécuritaire a considérablement évolué au cours des quinze dernières années. La présence, depuis le début du siècle, de groupes armés « étrangers » – les FDLR et le CNDP, notamment – et la fragilité de l'État dans les provinces orientales ont entraîné la prolifération de groupes d'autodéfense, dont davantage de milices Maï Maï, mais aussi Raïa Mutomboki. Si le poids des factions armées étrangères

a considérablement diminué depuis 2013, on recense encore dans la région une pléthore de groupes armés locaux (IPIS, 2022).

Le Kivu Security Tracker avance une analyse intéressante du conflit dans son état actuel : « Il est peut-être plus important de souligner l'inertie du conflit que de parler de nouvelles causes ou de nouveaux déclencheurs. La violence qui frappe l'est du Congo s'explique en grande partie par la nécessité pour les groupes armés, dont la plupart existent depuis de nombreuses années dans leur version actuelle ou antérieure, de survivre en extrayant des ressources et en luttant pour leur territoire » (Kivu Security Tracker, 2021). Alors que de nombreux groupes armés actifs dans l'est de la RDC se sont constitués en groupes d'autodéfense, la prédation illégale est devenue au fil du temps une part majeure de leur raison d'être, et semble même parfois avoir supplanté toute considération idéologique (IPIS, 2022).

La carte de la Figure 7.1 montre l'étendue de l'ingérence des groupes armés dans les sites miniers. Parmi les sites visités par IPIS entre 2018 et 2022, 47 % souffrent encore de l'ingérence d'hommes en armes (Figure 7.2).

FIGURE 7.1 | INGÉRENCE DE FACTIONS ARMÉES DANS LES SITES MINIERS DE L'EST DE LA RDC, 2018-2022.

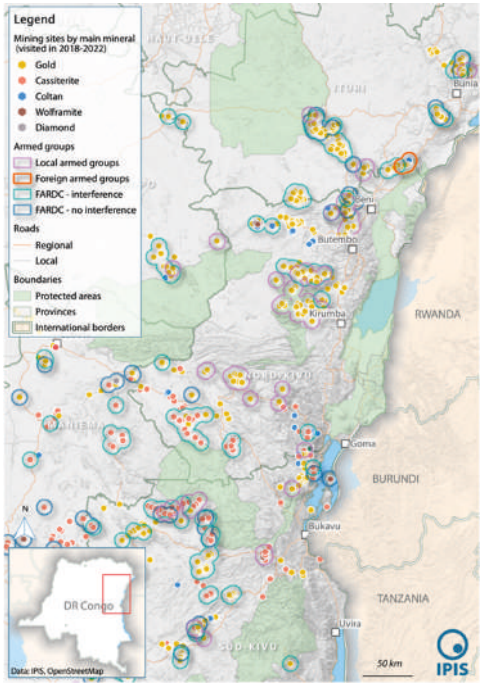
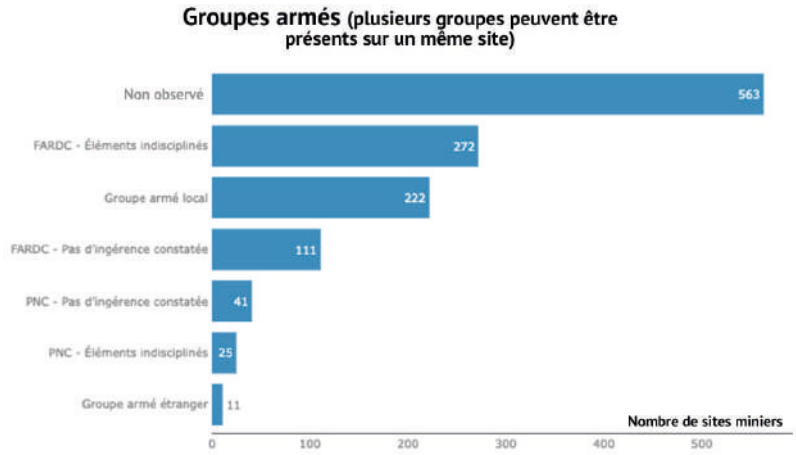


FIGURE 7.2 | PRÉSENCE DE FACTIONS ARMÉES SUR LES SITES MINIERS DE L'EST DE LA RDC (1 069 SITES AU TOTAL), 2018-2022.



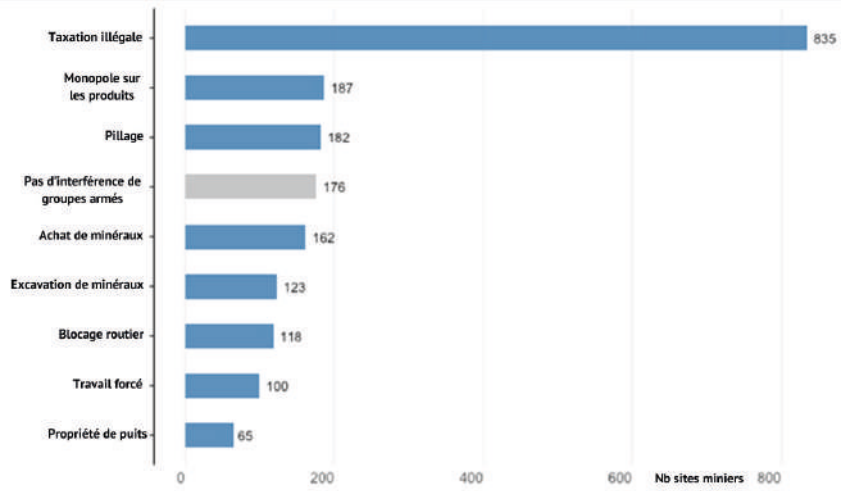
7.5. Ingérence armée dans le secteur minier

Les conflits armés à grande échelle motivés par les richesses minérales de la RDC ont considérablement diminué au cours des vingt dernières années. Les figures ci-dessus montrent toutefois qu'aujourd'hui encore, des factions armées sont présentes sur la moitié des sites miniers de l'est de la RDC. Les conflits sur les ressources, entre différents acteurs, sont par ailleurs encore monnaie courante à l'échelle locale et dégénèrent régulièrement en violence, les parties prenantes faisant souvent appel à des factions armées (groupes armés ou forces de sécurité de l'État) pour appuyer leurs revendications. En outre, l'exploitation des minerais par des sociétés (étrangères) dans l'est de la RDC est généralement à l'origine de tensions sociales et a plus d'une fois stimulé l'activisme des groupes armés.

De nos jours, les groupes armés présents sur les sites miniers concernent surtout la multitude de milices locales d'autodéfense. Les stratégies que celles-ci mettent en place pour tirer profit des richesses minérales de la RDC sont multiples. Elles exercent ainsi parfois un contrôle direct sur le site. Elles frappent alors la production minière de « perceptions » illégales ou astreignent les mineurs, négociants et autres détaillants à un droit d'entrée. Dans certains cas, les groupes armés sont directement impliqués dans l'exploitation minière, soit que leurs membres se chargent eux-mêmes de l'extraction, soit que certains commandants possèdent leur propre mine, soit encore qu'ils exercent un monopole sur la commercialisation des minerais ou certains des biens de consommation vendus sur le site (Figure 7.3). Certains

groupes armés n'exercent pas un tel niveau de contrôle direct, ils soumettent toutefois les sites miniers à un pillage régulier (IPIS/CIFOR, 2012).

FIGURE 7.3 | TYPES D'INTERFÉRENCE SIGNALÉS LORS DE LA PRÉSENCE DE FACTIONS ARMÉES (2 288 SITES MINIERS AU TOTAL), 2013-2021.



Les groupes rebelles ne sont pas les seuls éléments armés à écrémer les profits du secteur minier. Des soldats « indisciplinés » de l'armée congolaise (FARDC), par exemple, sont connus pour mettre en place des pratiques illégales lucratives : perceptions aux barrages routiers, racket et extorsion dans le secteur des ressources naturelles – notamment le charbon de bois et l'or –, etc. Les militaires, de surcroît, opèrent de plus en plus comme des agents privés et s'adjugent la sécurisation de certaines opérations minières. Les unités des FARDC sont celles qui s'immiscent le plus souvent, et de plus en plus, dans les affaires minières. Elles étaient ainsi les principales coupables d'ingérence armée dans les 711 mines visitées par IPIS entre 2016 et 2018, leur présence étant attestée dans 198 sites miniers sur 265, soit 66 % des sites « touchés » (IPIS, 2022).

Le comportement criminel et le manque de discipline au sein des FARDC s'expliquent par divers facteurs : intégration hâtive de plusieurs groupes rebelles dans l'armée nationale, paiement irrégulier des salaires, corruption, impéritie de la justice militaire, ou encore absence de volonté politique d'engager une véritable réforme des forces armées (IPIS, 2012).

Les revenus que les militaires tirent des ressources expliquent sans doute également en partie l'inertie affichée à l'égard des groupes armés dans l'est de la RDC. La présence de ces derniers légitime le déploiement d'unités de l'armée, l'occasion pour celles-ci de développer leurs activités économiques, notamment en s'ingérant dans l'exploitation minière. On recense ainsi de nombreux exemples de coexistence entre des unités des FARDC et certaines factions armées non étatiques voisines, lesquelles s'accommodent entre elles pour se partager les recettes de l'exploitation minière locale (IPIS, 2022).

7.6. L'insécurité au-delà des minerais de conflit

Pour expliquer le rôle joué par les ressources naturelles – et plus particulièrement par la filière minière – dans la dynamique de conflit qui touche l'est de la RDC, il importe de souligner que le lien entre « exploitation minière » et « conflit » est complexe et lié à un large éventail d'autres problèmes. Les groupes armés ne dépendent pas uniquement de l'exploitation minière, ils disposent également d'autres sources de revenus. De même, l'insécurité chronique qui afflige l'est de la RDC s'explique par bien d'autres raisons.

Plusieurs facteurs contribuent à « l'inertie » des provinces orientales et à la survie de tous ces groupes armés : sous-performance des FARDC, échec du processus de désarmement, démobilisation et réintégration (DDR), tensions intercommunautaires, sous-développement économique, mécontentement social, problèmes de gouvernance ou dynamiques régionales (problématique des réfugiés, de sécurité et compétition économique).

Les groupes armés disposent également d'autres sources de revenus (potentielles). Certains imposent à l'ensemble de la population des zones qu'ils contrôlent un système de taxation reposant par exemple sur des jetons ou des impôts par tête (Kivu Security Tracker, 2021). La plupart des factions armées, étatiques comme non étatiques, prélèvent des taxes aux barrages routiers sur les biens de valeur transportés par route (bois, charbon de bois, produits agricoles, marchandises) ainsi que sur les piétons et les véhicules de passage (Schouten et al., 2017). Citons également, entre autres activités lucratives, les enlèvements contre rançon, le commerce du charbon de bois, la location de terres, etc.

Ces observations sont de la plus haute importance, plusieurs stratégies de résolution de conflit se focalisant principalement sur le lien entre « exploitation minière » et « conflit ». Force est ainsi de constater que la promotion de « chaînes d'approvisionnement en minerais propres » n'a pas eu d'impact durable sur le plan sécuritaire.

7.7. Conclusion

La RDC est considérée comme l'exemple type d'un « État failli » en proie à la « malédiction des ressources ». Cet état de fait contribue à expliquer comment l'échec des politiques en matière de ressources naturelles a conduit à la corruption, à la concurrence pour l'obtention des ressources et au développement de comportements prédateurs chez certains hommes forts, représentants de l'État et autres. Il constitue également une entrave au développement et à la prospérité de la population congolaise, et a créé les conditions qui permettent aux groupes armés de survivre grâce au racket.

Une telle analyse risque toutefois de mettre l'insécurité qui prévaut dans l'est de la RDC sur le compte des seules ressources naturelles et tend à ignorer les systèmes de gouvernance en place. Ce faisant, elle risque d'entraîner la formulation de conseils erronés en matière de stratégies de résolution de conflit.

Mettre le doigt sur les conflits et l'insécurité dans l'est de la RDC s'avère une tâche particulièrement compliquée. Les différends, les intérêts politiques et économiques, au niveau local, régional et national, sont autant de facteurs de conflit. Aujourd'hui encore, plusieurs groupes armés profitent du mécontentement des populations locales par rapport aux conflits fonciers et à l'accès aux ressources, mais aussi de leur méfiance envers le monde politique, pour légitimer leur existence. Par ailleurs, les chaînes d'approvisionnement et le soutien aux groupes armés font l'objet de tensions géopolitiques au niveau régional.

Si l'exploitation minière n'est pas la cause profonde du conflit, les ressources minérales permettent la survie d'innombrables groupes armés et constituent de ce fait un facteur d'insécurité dans l'est de la RDC.

Aujourd'hui encore, les groupes armés et les acteurs de la sécurité étatiques continuent de tirer des revenus de la filière minière. Les intérêts économiques semblent avoir remplacé les motivations politiques et sociales premières de nombreux acteurs. Comme IPIS a pu le constater, la moitié des sites miniers artisanaux de l'est de la RDC souffrent de l'ingérence d'hommes en armes.

La résolution du problème nécessitera un engagement ferme et à long terme de la part du gouvernement national, des partenaires internationaux et des « acteurs du changement » locaux pour lutter contre les problèmes de gouvernance et de corruption dans le secteur minier et au-delà, engager un programme de réforme crédible des forces armées et investir dans les processus DDR.



8. Enjeux environnementaux liés à la mine artisanale en Afrique Centrale, du Nord et de l'Est francophones

Par Dr. Paul KEMENG
Ministère des Mines, de l'Industrie et du Développement Technologique (MINMIDT)

8.1. Introduction

L'exploitation minière artisanale et à petite échelle (EMAPE) fait référence à l'exploitation minière par des individus, des groupes, des familles ou des coopératives avec une mécanisation minimale ou nulle, souvent dans le secteur informel du marché (Hentschel et al., 2002). D'autres auteurs définissent l'EMAPE en fonction de la profondeur de l'exploitation, de la taille du gisement, de la productivité et des machines utilisées. Dans certains pays, une distinction est faite entre l'exploitation minière artisanale, qui est purement manuelle et à très petite échelle, et l'exploitation minière à petite échelle, qui est partiellement mécanisée et à plus grande échelle (Hentschel et al., 2002). Cependant, cette activité constitue une source importante de revenus et d'emplois (Barry, 1996), soutient les moyens de subsistance des populations rurales pauvres et contribue au revenu national par le biais des taxes, des recettes d'exportation et de la fourniture de matières premières aux industries locales (Hinton et al., 2003 ; Bansah et al., 2018).

Plus de 13 millions de personnes dans le monde sont directement engagées dans l'EMAPE, dont beaucoup de femmes et d'enfants, et 80 à 100 millions d'autres en dépendent pour leur subsistance (OIT, 1999). Cette activité est une source importante de matières premières minérales puisqu'elle représenterait environ 20 % de l'approvisionnement mondial en or et 80 % du saphir mondial (Seccatore et al., 2014 ; IGF, 2017). Ces activités sont souvent à la fois illégales et dommageables pour l'environnement, et dangereuses pour les travailleurs et leurs communautés. La non application/applicabilité des réglementations signifient souvent que l'amélioration du secteur est difficile et que de nombreux avantages potentiels sont perdus (OIT, 1999).

Dans les régions d'Afrique Centrale, du Nord et l'Est francophones, l'exploitation minière artisanale a progressivement évolué au cours de ces dernières années vers l'exploitation minière à petite échelle, passant de l'utilisation d'outils rudimentaires et de la séparation gravimétrique à l'utilisation de bulldozers, d'excavateurs, de camions à gros tonnage, d'explosifs et de la séparation chimique à l'aide de mercure et de cyanure. Cette évolution a également augmenté l'impact environnemental et social dans les zones exploitées en termes d'intensité et de surface.

Ainsi, l'objectif principal de ce chapitre est d'examiner les impacts environnementaux et sociaux de l'exploitation minière artisanale et à petite échelle dans les régions de l'Afrique Centrale, du Nord et de l'Est francophones, en accordant une attention particulière aux questions clés suivantes :

- Aperçu général de la relation entre l'EMAPE et la dégradation de l'environnement ;
- Identification des problèmes environnementaux et sociaux spécifiques à l'EMAPE ;
- Identification des problèmes de santé au travail et de sécurité personnelle fréquents dans l'EMAPE ;
- Solutions proposées pour atténuer les problèmes identifiés.

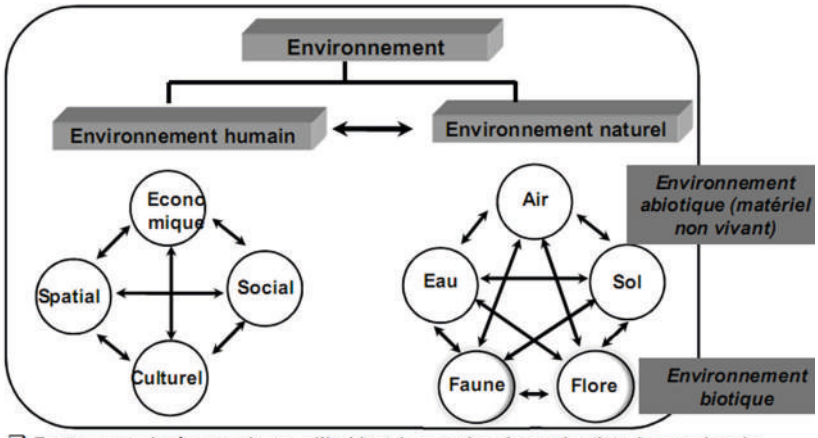
8.2. Définitions

8.2.1. Environnement

L'environnement peut être défini comme étant :

- L'ensemble des conditions naturelles (physiques, chimiques, biologiques) et culturelles (sociologiques) dans lesquelles les organismes vivants (en particulier l'être humain) se développent ;
- Un système, à savoir un ensemble cohérent d'éléments qui agissent et réagissent les uns sur les autres (Figure 8.1).

FIGURE 8.1 | LES COMPOSANTES DE L'ENVIRONNEMENT.



❑ **Facteurs socio-économiques : l'habitat, les modes de production, les modes de consommation (alimentation, santé, habillement, l'énergie, transport), les modes de gestion des déchets.,...**

8.2.2. Aspect environnemental

Elément des activités, produits ou services d'un organisme susceptible d'interactions avec l'environnement (ISO 14001).

8.2.3. Impact environnemental

Toute modification de l'environnement, négative ou bénéfique, résultant totalement ou partiellement des aspects environnementaux d'un organisme (ISO 14001).

8.2.4. Mine responsable

Une mine est responsable lorsqu'au moins tous les impacts négatifs sont maîtrisables (stabilité, environnement, impacts socio-économiques).

8.3. Aperçu général de la relation entre l'EMAPE et la dégradation de l'environnement

Selon Toteu et al. (2021), la relation globale entre l'EMAPE et l'environnement est fonction de ce qui suit :

- Nature de l'activité de l'EMAPE au regard des exploitants formels et informels ;
- Profondeur d'exploitation (exploitation en surface ou en profondeur) ;
- Caractéristiques géologiques du minéral ou matériau en exploitation (ex. or, diamant, saphir, sable, disthène, granite, pouzzolane, calcaire, argile) et comment il se présente dans son milieu ;
- Type de matériau exploité (alluvial, éluvial, filonien, roche mère, etc.) ;
- Étape dans le cycle minier (exploration, développement, extraction, traitement, commercialisation, clôture) ;
- Lieu ou région de l'exploitation (forêt tropicale, savane, proche d'agglomérations, comme les villes et villages, à l'intérieur ou proche des ruisseaux ou des lits de rivière et des vallées) ;
- Nombre d'individus impliqués (quelques individus, groupes de personnes, des centaines de personnes) ;
- Échelle et étendue de l'exploitation (confinée sur une petite étendue ou sur un vaste espace) ;
- Durée ou période de l'exploitation (moins de six mois, ou plus de deux ans) ;
- Histoire de l'activité minière dans la région (mine active ou abandonnée) ;
- Méthodes d'extraction ;
- Méthodes de traitement ;
- Règles et législation régissant l'activité minière (légale/régime de gouvernance) ;
- Connaissance et état de sensibilisation des mineurs et des communautés aux problèmes environnementaux.

8.3.1. Nature de l'activité de l'EMAPE et des impacts environnementaux

Dans les régions d'Afrique Centrale, du Nord et de l'Est francophones, l'exploitation minière artisanale implique l'exploitation de minéraux comme l'or, le diamant, le saphir, la cassitérite, le coltan ou des minéraux industriels. Pour l'or et les autres matériaux non industriels, cette activité est réalisée principalement par l'excavation à ciel ouvert d'alluvions, d'éluvions et, dans certains cas, par l'excavation souterraine de veines de quartz minéralisées en or le long de tunnels étroits et peu profonds qui sont ramifiés à partir de petites entrées à ciel ouvert. L'activité est à la fois pratiquée par des mineurs artisans avec des outils rudimentaires comme des pioches, des bêches et des bacs de lavage (Figure 8.2a) et des mineurs bénéficiant d'une semi-mécanisation avec des machines spécialisées (bulldozer, excavateurs et installations de lavage adaptées ; Figure 8.2b).

FIGURE 8.2 | (A) EXPLOITATION MINIÈRE STRICTEMENT ARTISANALE AVEC DES OUTILS RUDIMENTAIRES. (B) EXPLOITATION MINIÈRE ARTISANALE SEMI-MÉCANISÉE AVEC DES MACHINES (PELLETEUSES) À BEKE, RÉGION DE L'EST, CAMEROUN (PAUL KEMENG, 2014).



8.3.2. Profondeur d'exploitation

En général, l'exploitation minière artisanale se fait par des excavations de surface et/ou par des travaux miniers souterrains. L'exploitation minière à ciel ouvert est plus néfaste pour l'environnement car de grandes surfaces sont généralement déboisées et excavées pour atteindre les couches minéralisées, tandis que l'exploitation minière souterraine est moins préjudiciable car l'accès aux veines minéralisées se fait par de petits puits avec des branches de tunnels qui suivent la direction des veines. Cependant, l'activité minière souterraine peut conduire à la libération de gaz toxiques qui peuvent être nocifs pour les mineurs. En outre, la poussière générée par le forage dans les mines expose les mineurs au risque de développer de graves infections pulmonaires (Mkpuma et al., 2015). L'activité minière souterraine peut également provoquer un effondrement des terrains pouvant générer d'importantes dépressions ou gouffres en surface.

8.3.3. Caractéristiques géologiques du minéral

Les gisements minéraux sont le produit de processus géologiques complexes. Les déchets miniers rejetés des dépôts alluvionnaires resteront inertes après une simple séparation par gravité de l'or ou d'autres minéraux d'origine alluvionnaire, tandis que les veines de quartz minéralisées primaires écrasées, broyées et traitées chimiquement (mercure et cyanure) constitueront un danger potentiel pour l'environnement car elles peuvent libérer des substances chimiques toxiques dans les sources d'eau et les sols (Plumlee, 1999).

8.3.4. Étape dans le cycle minier

L'exploration, le développement, l'exploitation et la réhabilitation des mines peuvent entraîner une dégradation des sols et avoir des impacts négatifs sur l'environnement, notamment la déforestation, l'érosion des sols, la contamination et l'altération des profils des sols, la contamination des cours d'eau et des zones humides, ainsi qu'une augmentation du niveau sonore, de la poussière et des émissions de toute nature (Haddaway et al., 2019).

La phase de prospection/exploration habituellement appelée « sondage » par les artisans mineurs peut entraîner le défrichage/déboisement de vastes surfaces pour faciliter la circulation des excavateurs et des bulldozers. Les trous de test abandonnés constituent des pièges pour les animaux. L'exploitation est quant à elle la phase la plus destructrice pour l'environnement (ex. déforestation et dégradation des sols). À l'instar de l'exploration, les mineurs artisans illégaux abattent les arbres pour extraire la terre, creusent des fosses bien souvent abandonnées par la suite sans aucune remise en état, créant des pièges parfois mortels pour les animaux et les personnes sur site.

8.3.5. Emplacement de la mine

Les impacts environnementaux de l'EMAPE varient selon la zone d'exploitation. Par exemple, les activités de l'EMAPE seront plus préjudiciables pour les forêts, la faune, les sols et les ressources en eau dans le bassin du Congo que le désert nord-africain. De même, lorsque les mines artisanales ou à petite échelle sont situées près des villes et des villages, l'impact est plus ressenti que lorsqu'elles sont situées loin des habitations.

8.3.6. Nombre de personnes impliquées, étendue spatiale et durée de l'activité minière

Un site minier artisanal où des centaines où des milliers de personnes travaillent en même temps (Figure 8.3a) peut présenter plus d'impacts sur l'environnement qu'un autre site où seulement quelques personnes travaillent (Figure 8.3b). De même, la surface couverte par l'activité détermine l'impact global sur l'environnement. Par exemple, une exploitation alluviale aurifère ou du diamant affecte des espaces plus étendus comparée à une exploitation sur une roche-mère qui est généralement confinée à un espace limité (Toteu et al., 2021).

FIGURE 8.3 | (A) UN GRAND NOMBRE D'ARTISANS MINEURS SUR UN SITE À BEKE. (B) QUELQUES ARTISANS MINEURS SUR UN AUTRE SITE D'EXPLOITATION DE L'OR À BEKE, RÉGION DE L'EST, CAMEROUN (PAUL KEMENG, 2014).



8.3.7. Durée et historique de l'activité minière dans une zone

L'ampleur des impacts des activités de l'EMAPE sur l'environnement dépend de la durée de l'activité. Par exemple, pour deux exploitations artisanales alluviales de même taille, celle qui est opérationnelle depuis deux ans pourrait avoir un plus grand impact sur l'environnement que celle opérationnelle depuis six mois seulement. Aussi, un puits d'exploitation artisanale sur une roche mère opérationnel depuis deux ans produirait un plus grand volume de stériles et de résidus comparé à un autre opérationnel depuis six mois seulement. Certains composants et espèces chimiques contenus dans les stériles mettent un temps très long à se dégrader et relâcher les éléments dans la Nature (Toteu et al., 2021). Par exemple, une mine artisanale abandonnée depuis près d'un siècle, de roche-mère contenant des minéraux sulfurés, peut réagir avec l'eau et l'air (oxydation et mise en solution) et générer du drainage minier acide (DMA), ce qui serait plus limité sur une mine active (le minerai n'étant pas encore très oxydé).

8.3.8. Méthodes d'extraction

Les méthodes d'exploitation ont également un impact variable sur l'environnement. L'exploitation minière de surface reste la plus néfaste pour l'environnement dans la mesure où, elle supprime la végétation et la couverture du sol, interrompt les interactions entre écosystèmes et entraîne une perte inévitable et souvent permanente des terres agricoles. L'exploitation à ciel ouvert expose également les résidus miniers solides à l'environnement de surface où ils sont altérés et oxydés par les agents atmosphériques (eau et oxygène), en particulier lorsque des minéraux sulfurés comme la pyrite sont présents, pouvant conduire à du drainage minier acide (acidification du milieu) ou à la mise en solution de métaux lourds dans les cours d'eau et les nappes phréatiques. En outre, la pollution de l'air par les poussières due à la circulation dense sur les pistes affecte les communautés voisines et l'érosion des sols est courante autour des mines (Schueler et al., 2011). L'exploitation minière souterraine produit pour sa part moins d'impacts sur l'environnement. Cependant, elle peut polluer les nappes phréatiques rencontrées au cours de l'exploitation et générer des mouvements de terrain en surface liés à des effondrements de galeries ou de puits mal étayés.

8.3.9. Méthodes de traitement

C'est un ensemble de procédés et de techniques de préparation et de séparation des espèces minérales ou des éléments chimiques de valeur à partir d'une matière brute en vue d'obtenir un concentré utilisable de la substance utile (Figure 8.4). En général, les minéraux porteurs de la substance recherchée sont présents en plus petite quantité par rapport à la gangue. L'extraction de ce minerai du matériau-hôte (ex. roche, gravier, sable ou latérite) génère des stériles et des résidus qui finissent dans le milieu naturel à défaut d'être confinés.

Aussi, pendant le traitement des minerais, des produits chimiques peuvent se disperser dans l'air et dans les eaux, nuisant non seulement à l'environnement mais aussi à la santé humaine. Par exemple, l'extraction de l'or associé au processus d'amalgamation libère d'importantes quantités de mercure. Ce métal toxique peut alors pénétrer les organismes des mineurs et des populations locales, par l'air mais aussi à travers les eaux. En outre, les eaux usées sont retenues dans des puisards de rétention et peuvent s'écouler, permettant au mercure de pénétrer dans le sol, puis dans les eaux souterraines (Machácek, 2019).

FIGURE 8.4 | TRAITEMENT DE MINERAIS PAR CONCASSAGE, BROYAGE ET LAVAGE SUR UN CHANTIER D'OR À BEKE, RÉGION DE L'EST, CAMEROUN (PAUL KEMENG, 2014).



8.3.10. Règlementations minières et institution de l'activité minière

La réglementation environnementale du secteur de l'EMAPE joue un rôle important pour garantir que l'exploitation minière et les déchets miniers présentent un impact négatif acceptable et réversible. Dans la plupart des pays, l'EMAPE n'est pas régie par des lois spécifiques à ce secteur. Dans de telles situations, les mineurs artisans ont du mal à se situer dans les principales lois régissant les secteurs miniers ou protégeant l'environnement. Ils mènent alors leurs activités d'exploitation sans tenir généralement compte de l'aspect environnemental. Cependant, les mineurs artisans ont tendance à se plier au respect et à la mise en œuvre de lois qui sont faciles à comprendre, spécifiques, bien adaptées et conçues avec la contribution de toutes les parties prenantes de leur secteur.

De même, dans les pays où les procédures administratives de l'EMAPE sont simplifiées ou plus diligentes, la plupart des mineurs artisans enregistrés sont sensibilisés aux questions environnementales, tandis que dans les pays où les procédures administratives sont lourdes et très lentes, les mineurs artisans restent illégaux et, dans la plupart des cas, ignorent les problèmes environnementaux. Dans ces pays, les coûts et la bureaucratie pour acquérir des licences et des permis environnemen-

taux et se conformer aux exigences réglementaires sont élevés et les procédures administratives sont lentes (Bansah et al., 2016).

Certaines institutions gouvernementales, en raison de la corruption et de la faiblesse des stratégies de mise en œuvre, ne contraignent pas les mineurs artisans à se conformer aux réglementations en matière d'environnement et de sécurité au travail, exposant ainsi la zone d'exploitation à des impacts environnementaux négatifs et les mineurs à des dangers et des risques sanitaires.

8.3.11. Connaissance et sensibilisation des mineurs aux enjeux environnementaux

La sensibilisation des mineurs artisans et des communautés minières aux impacts environnementaux de leurs activités est une étape essentielle pour l'atténuation et la compensation des impacts négatifs. Par exemple, les pays qui ne disposent pas de bons mécanismes de sensibilisation au sein des communautés minières artisanales sont sujets à davantage d'impacts environnementaux et de problèmes de sécurité au travail que les pays disposant d'un bon mécanisme de sensibilisation, que ce soit par le biais d'agences gouvernementales en charge de l'exploitation minière artisanale ou d'ONG agréées. Selon la convention de Minamata sur le mercure, tous les pays où l'EMAPE est « plus qu'insignifiante » doivent élaborer un Plan d'Action National (PAN) afin de prendre des mesures pour contrôler et réduire le commerce du mercure et, si possible, éliminer son utilisation. Ces PAN doivent être élaborés au plus tard trois ans après la ratification de la convention par le pays, et doivent inclure des mesures de renforcement des capacités et de sensibilisation par rapport aux risques d'environnement, santé, et sécurité (IGF, 2017).

8.4. Les impacts des activités de l'EMAPE

8.4.1. Les impacts positifs de l'EMAPE sur le développement local

- Retombées indirectes des salaires versés ;
- Désenclavement de certaines régions ;
- Présence de fonds de développement ou des investissements directs pour, notamment, l'amélioration de la couverture sanitaire, la construction d'équipements récréatifs, la construction de logements et l'amélioration de l'habitat local, des voies de communication.

Cette création d'emplois et cet enrichissement local permettent la réduction de l'exode rurale, le développement du commerce et de l'esprit d'entreprise et enfin la formation d'ouvriers qualifiés ainsi que l'amélioration des compétences locales dans les techniques d'exploitation minière.

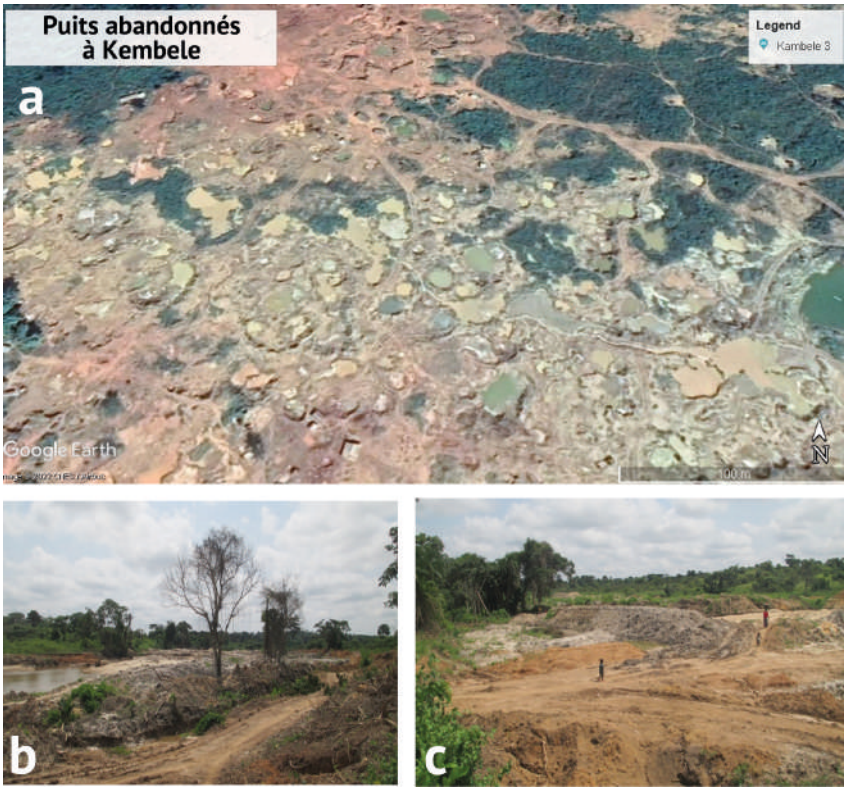
8.4.2. Les principaux impacts négatifs de l'EMAPE sur l'environnement

Perte de paysage naturel

L'extraction en fosse à ciel ouvert implique le déplacement de grandes quantités de matériaux et de résidus et peut générer des impacts sur le paysage avec une forte modification visuelle (Figure 8.5).

Le défrichement des terrains et l'abattage des arbres pour l'implantation des fosses d'extraction et des infrastructures associées, peuvent affecter l'environnement naturel et le paysage.

FIGURE 8.5 | (A) IMAGE GOOGLE EARTH DES ACTIVITÉS DE L'EMAPE À KAMBELE/BATOURI. (B) ET (C) : PAYSAGE DÉGRADÉ LIÉ AUX ACTIVITÉS DE L'EMAPE SUR LE CHANTIER DE NGONDORO-FO-RO, KETTE, RÉGION DE L'EST, CAMEROUN (PAUL KEMENG, 2014).

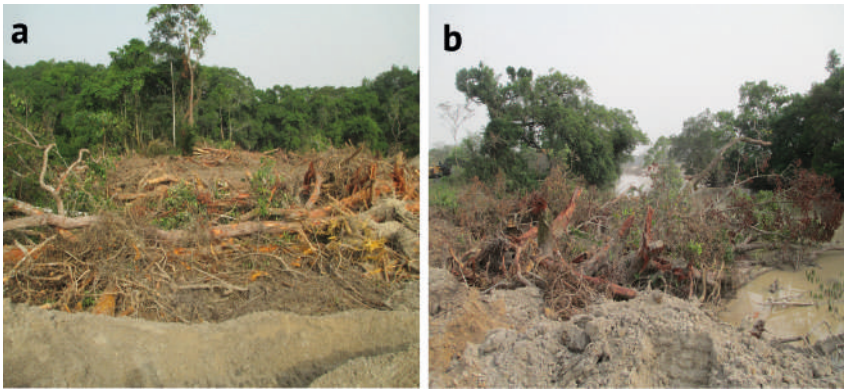


Perte de végétation et d'habitats naturels

La déforestation est l'un des impacts environnementaux les plus importants de l'extraction minière, y compris l'EMAPE (Machácek, 2019). Il s'agit souvent de la première intervention sur l'environnement naturel après le début de l'exploitation minière, lorsque la déforestation de la zone destinée à l'exploitation de surface se produit (Lehmann et al., 2017). Dans le cas de l'EMAPE, le risque n'est pas seulement l'augmentation de l'érosion locale des sols destinés à l'exploitation minière, mais aussi l'élargissement de la zone d'exploitation (Figure 8.6). En raison de la croissance démographique concomitante des activités minières, il y a une plus grande demande locale de bois et de charbon de bois, ce qui entraîne une déforestation secondaire (Machácek, 2019).

Les activités minières, à cause de l'ouverture de fosses, de l'utilisation d'engins lourds et d'autres types de machines, sont susceptibles d'affecter les habitats naturels (végétation, vie animale) en périphérie du site d'exploitation. Les dommages sur l'environnement biophysique se traduisent en général par des déboisements, la destruction du couvert végétal et la fragilisation des sols.

FIGURE 8.6 | (A) DÉBOISEMENT POUR CRÉER UN ESPACE POUR L'EXPLOITATION DE L'OR ALLUVIAL À CIEL OUVERT À GOGADJI/NGOURA, RÉGION DE L'EST DU CAMEROUN (MBIH PAUL KEMENG, 2015) ; (B) ZONE DÉBOISÉE CARACTÉRISÉE PAR UNE ÉROSION INTENSE DU SOL DANS UNE MINE D'OR ARTISANALE À BEKE, RÉGION DE L'EST DU CAMEROUN (PAUL KEMENG, 2014).



Dégradation du sol

L'implantation des mines et carrières entraîne l'enlèvement des arbres et des arbustes qui agissent pourtant comme stabilisateurs des sols. Ce phénomène peut alors fragiliser les sols et accélérer les processus d'érosion et de glissements de terrain (Figure 8.7).

FIGURE 8.7 | ZONE DÉBOISÉE CARACTÉRISÉE PAR UNE ÉROSION INTENSE DU SOL DANS UNE MINE D'OR ARTISANALE À BEKE, RÉGION DE L'EST DU CAMEROUN (PAUL KEMENG, 2014).



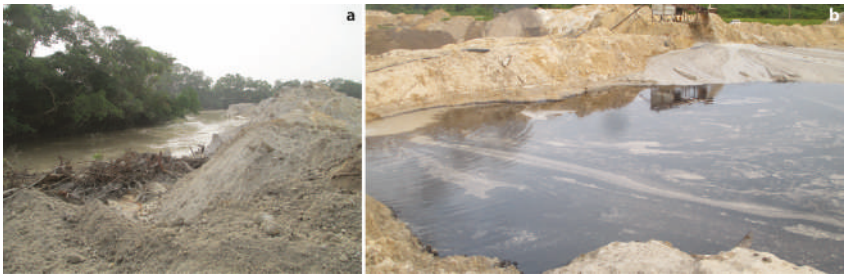
Pollution de l'eau

Les stériles et les résidus miniers peuvent subir des phénomènes d'altération et d'oxydation aboutissant à la formation d'eaux acides parfois chargées en métaux lourds. Ce phénomène, connu sous le nom de drainage minier acide (DMA), s'accompagne en général de la libération de produits d'oxydation sous forme de contaminants dans l'environnement, susceptibles d'impacter la qualité des eaux.

De plus, les sources d'eau de la région minière sont généralement contaminées par les matériaux limoneux déversés dans les cours d'eau lors du lavage du gravier,

les déversements d'huile et de graisse provenant des fuites de machines lourdes comme les excavatrices et les pompes à eau (Figure 8.8), et l'utilisation clandestine de mercure et de cyanure.

FIGURE 8.8 | (A) DÉVERSEMENT DE DÉCHETS ISSUS DE L'EXCAVATION DANS LA RIVIÈRE KADEY, PAR DES ORPAILLEURS D'UNE EXPLOITATION SEMI-MÉCANISÉE. RÉGION DE GOGADJI, EST DU CAMEROUN ; (B) FUITES D'HUILE DE VIDANGE DANS LES RIVIÈRES (PAUL KEMENG, 2015).



Pollution de l'air

Les tirs à l'explosif au cours de l'exploitation, le concassage et le broyage des minerais, le transport des matériaux et la circulation d'engins peuvent entraîner la dispersion des particules de poussière, parfois sur de longues distances, affectant ainsi la qualité de l'air. Aussi, le fonctionnement de l'unité sidérurgique va engendrer une émission de gaz qui peut affecter la qualité de l'air. Par ailleurs, les gaz issus des tirs d'explosif en se mélangeant à l'air sont également susceptibles de produire les mêmes types d'impact. La manipulation du mercure et cyanure à l'air libre (lors du chauffage de l'or) peut entraîner leur inhalation par les opérateurs ainsi que les personnes se trouvant aux alentours.

Bruit et pollution sonore

Le bruit et les vibrations émanant des installations, des engins lourds, le concassage et le broyage des minerais par des machines adaptées, constituent des impacts permanents intimement associés à l'exploitation minière. Ces nuisances sonores peuvent affecter aussi bien le milieu humain que la faune autour de la zone d'exploitation.

8.4.3. Les principaux impacts socio-économiques de l'EMAPE

Perturbation des structures familiales

La découverte ou l'implantation d'une mine peut générer des effets sociaux perturbateurs sur les familles de certains mineurs et des résidents de la zone. Ces effets incluent certains aspects négatifs, tels que la séparation des artisans mineurs de leurs familles et proches parents, les conflits culturels et d'intérêt, suite à l'installation au même endroit de travailleurs migrants, les risques de criminalité, l'alcoo-

lisme, la consommation de stupéfiants et la dépravation des mœurs, la prolifération de certaines maladies (IST, hépatites virales, tuberculose, etc.) liées au brassage de population.

Production de déchets
L'usine et les infrastructures connexes produiront des déchets solides et des effluents liquides et gazeux qui pourront constituer des sources d'impacts négatifs pour l'environnement.

Conflits socio-culturels
Les conflits potentiels pour l'utilisation des terres sont récurrents entre les propriétaires terriens, la société minière et les nouveaux arrivants.

Accidents professionnels
L'utilisation d'engins lourds pour l'exploitation, les chutes de pierres, les mouvements de terrain, les noyades, l'intoxication par des produits chimiques (ex. mercure et cyanure) peuvent constituer des sources potentielles d'accidents (les dangers physiques provoqués) parfois mortels. Ces dangers potentiels qui sont à rattacher aux risques professionnels liés à l'activité de l'EMAPE proprement dite, peuvent constituer des impacts négatifs pour le personnel opérant sur le site.

Le travail des enfants
Actuellement, le travail des enfants est l'un des problèmes les plus importants de l'EMAPE (Figure 8.9). Les enfants qui s'engagent dans le secteur informel sont généralement attirés ou poussés par leurs parents ou leurs tuteurs dans le but principal d'obtenir des revenus pour leur entretien et leur éducation (Bansah et al., 2018). Selon l'Organisation International du Travail :

- Les enfants descendent sous terre dans des tunnels à peine plus large que leur corps ;
- Les enfants transportent des charges de charbon plus lourdes que leur propre poids ;
- Les enfants sont exposés pendant de longues heures au soleil à concasser des blocs de pierres pour l'aménagement des routes ;
- Les enfants utilisent du mercure à mains nues pour extraire l'or ;
- Les enfants pataugent à longueur de journée dans l'eau où est tamisé le sable pour en extraire des gemmes.

Travailler dans les mines est dangereux sous toutes ses formes pour les enfants. C'est préjudiciable au niveau psychologique et moral étant donné que le travail dans les mines se passe la plupart du temps dans des zones où les lois, les écoles et les services sociaux sont quasi-inexistants et où l'aide aux familles et aux communautés n'existent pas et où la « poussière et les détonations » prennent place, tout comme l'alcoolisme, la consommation de drogues ou la prostitution (ILO, 1999).

FIGURE 8.9 | LES ENFANTS DE LA MINE D'OR DE GOGADJI, RÉGION DE L'EST, CAMEROUN (PAUL KEMENG, 2015).



8.4.4. Les mesures d'atténuation des impacts majeurs associés à l'EMAPE

Aux gouvernements

- Développer un stratégie minière nationale ;
- Elaborer la loi relative à l'évaluation environnementale des stratégies, programmes et politiques ;
- Élaborer des textes réglementaires spécifiques au secteur de l'EMAPE ;
- Le gouvernement devrait revoir les réglementations et les politiques d'enregistrement inutilement difficiles, frustrantes, longues et administrativement lourdes pour les mineurs illégaux afin d'encourager davantage de personnes à s'enregistrer et à obtenir des permis, réduisant ainsi le taux élevé de dégradation de l'environnement associés à l'exploitation minière illégale ;
- La nouvelle création de groupes chargés de la surveillance et du suivi de l'environnement minier dans chaque localité/communauté minière ;
- Organiser des campagnes de sensibilisation à l'environnement à travers des séminaires/ateliers dans diverses communautés minières pour assurer une gestion durable de l'environnement ;
- Fournir un appui matériel aux centres de santé à proximité des sites pour permettre une prise en charge efficace des malades.

Aux services chargés d'encadrement et suivi de l'EMAPE

La plupart de ces services/structures sont des bras opérationnels des ministères en charge des mines. Ils sont proches des communautés et artisans mineurs et peuvent être amenés à veiller sur les aspects techniques de l'environnement minier lié à l'EMAPE. Le personnel idéal pour ces structures sont les géologues, ingénieurs des mines et environnementalistes car ils sont capables d'encadrer les artisans mineurs sur les bonnes pratiques d'exploitation ainsi que sur le respect de l'environnement. Aussi, ces structures peuvent assurer l'implémentation des mesures d'atténuation des impacts majeurs associés aux activités de l'EMAPE :

- Perte de paysage
  - Stabilisation et fixation des pentes ;

  - Réhabilitation des sites exploités et initiation de projets alternatifs de développement sur les sites exploités (pisciculture et création de sites touristiques) ;
- Perte de végétation et d'habitats naturels
  - Limitation du déboisement et protection d'espèces en voie de disparition ;
  - Plantation d'arbres et revégétalisation du site ;
  - Protection de la faune et des habitats naturels.
- Dégradation du sol
  - Enlèvement préalable et stockage du sol et de l'humus avant l'implantation du site, puis remise en état après exploitation en réutilisant les matériaux stockés ;
  - Mise en place de protection anti-érosion et plantation d'arbres pour faciliter la régénération du sol et du couvert végétal.
- Pollution de l'eau
  - Mise en place de procédés de prévention, de traitement et d'élimination des eaux acides ;
  - Traitement primaire des effluents à la chaux ;
  - Mise au point de procédés de surveillance, de normes analytiques et de méthodes d'échantillonnage des eaux pour des tests de toxicité ;
  - Interdiction de l'exploitation des cours d'eau ;
  - Interdiction de l'usage de mercure et de cyanure à proximité des cours d'eau ;
  - Interdire le déversement des déchets miniers dans les cours d'eau.
- Pollution de l'air
  - Assurer la dotation des travailleurs en matériel de protection individuelle et collective ;
  - Procéder à la pulvérisation et à l'humidification des pistes du chantier pour fixer la poussière au sol et éviter sa dispersion dans l'air ;
  - Réduire le nombre d'équipements qui utilisent des énergies fossiles ;
  - Assurer le contrôle physique des travailleurs et des populations riveraines par des examens médicaux périodiques pour évaluer et traiter les effets de l'exposition à la poussière.
- Bruit et pollution sonore
  - Construction de monticules boisés et plantation d'arbres pour constituer des écrans antibruit.
  - Perturbation des structures familiales
  - Mise à disposition de moyens de transport suffisants et adaptés entre leurs lieux de résidence et la mine ;
  - Création d'un fonds de développement et d'assistance au profit des travailleurs de la mine et des communautés touchées par les activités de l'EMAPE ;
  - Promotion et initiation d'activités génératrices de revenus et d'emplois durables.
- Conflits socio-culturels

  - Mise en place d'un mécanisme de concertation et de communication impliquant les leaders d'opinion, les chefs coutumiers et les collectivités locales dans le règlement des conflits ;
  - Consultation et communication avec les populations et les collectivités concernées avant toute expropriation, compensation ou indemnisation ;
  - Gestion des nouveaux arrivants en collaboration avec les autochtones, selon les lois et coutumes locales ;
- Accidents professionnels et risques industriels
  - Application stricte des règles de sécurité sur tous les chantiers ;
  - Sécurisation des entrepôts de produits dangereux ou toxiques ;
  - Formation d'une équipe d'intervention sur les procédures de sauvetage et d'évacuation d'urgence ;
  - Mise à disposition d'équipements de sécurité et de protection contre les incendies ;
  - Création d'un centre de santé équipé et doté d'un personnel qualifié ;
  - Application de la législation sur la sécurité, la santé et l'hygiène au travail ;
  - Compensation suffisante pour tous les dommages physiques ou corporels liés à l'activité minière.
- Le travail des enfants
  - Créer les mécanismes pour lutter contre le travail des enfants sur les sites miniers.

Aux organisations de la société civile

Selon Mokam et Tsikam, renforcer la sensibilisation sur :

- Le regroupement des exploitants artisanaux dans des associations ou des coopératives qui constitueront des cadres d'échange avec d'autres acteurs impliqués dans l'exploitation artisanale. Ces associations pourront être considérées comme des mutuelles de santé pour toutes les personnes impliquées dans l'exploitation minière artisanale ;
- L'importance des études pour les enfants et en particulier ceux vivant sur les sites miniers ;
- Proposer des contrats-types entre les travailleurs et les sponsors pour éviter l'exploitation abusive des travailleurs.

8.5. Références

IGF, 2017. Global Trends in Artisanal and Small-Scale Mining (ASM): A review of key numbers and issues. Winnipeg: IISD.

Bansah K.J., Dumakor-Dupey N.K., Kansake B.A., Assan E., Bekui P., 2018. Socioeconomic and environmental assessment of informal artisanal and small-scale mining in Ghana. Journal of Cleaner Production 202, 465-475.

Bansah K.J., Yalley A.B., Dumakor-Dupey N., 2016. The hazardous nature of small-scale underground mining in Ghana. J. Sustain. Min. 15(1), 8-25.

Barry M., 1996. Regularizing Informal Mining. A Summary of the Proceedings of the International Roundtable on Artisanal Mining. Organized by the World Bank, Washington D.C, May 17-19.

Haddaway N.R., Cooke S.J., Lesser P., Macura B., Nilsson A.E., Taylor J.J., Raito K., 2019. Evidence of the impacts of metal mining and the effectiveness of mining mitigation measures on social-ecological systems in Arctic and boreal regions: a systematic map protocol. Environ Evid 8, 9. https://doi.org/10.1186/s13750-019-0152-8.

Hentschel T., Priester M., Hruschka F., 2002. Global Report on Artisanal & Small-Scale Mining. International Institute for Environmental and Development, Geneva, Switzerland.

Hinton J.J., Veiga M.M., Tadeu C., 2003.Clean artisanal gold mining:a utopian approach?J.Clean. Prod.11, 99-115.

Intergovernmental Forum on Mining, Minerals, Metals and Sustainable Development (IGF), 2017. Global Trends in Artisanal and Small-Scale Mining (ASM): A review of key numbers and issues. Winnipeg: IISD.

International Labour Organisation, 1999. Social and Labour Issues in Small-Scale Mines. www.ilo.org/public/english/dialogue/sector/techmeet/tmssm99/tmssmr.htm
Lehmann D., Brinkmann K., Diogo R.V.C., Buerkert A., Lehmann D., Brinkmann K., Diogo R.V.C., 2017. Temporal and spatial changes of land use in rare metal mining areas of Rwanda. Int. J. Min. Reclam. Environ. 930, 1-11.

Machácek J., 2019. Typology of Environmental Impacts of Artisanal and Small-Scale Mining in African Great Lakes Region. Review. Sustainability 11, 3027.

Mkpuma R.O., Okeke O.C., Abraham E.M., 2015. Environmental Problems of Surface and Underground Mining: a review. The International Journal of Engineering And Science (IJES) 4(12), 12-20.

Mokam S.B., Tsikam M.C., 2016. Impact de l'exploitation artisanale de l'or sur les populations de Kambélé, région de l'Est Cameroun. Centre d'excellence pour la Gouvernance des Industries Extractives en Afrique francophone.
Plumlee G.S., 1999. Chapter 3. The environmental geology of mineral deposits. U.S. Geological Survey.

Schueler V., Kuemmerle T., Schroder H., 2011. Impacts of Surface Gold Mining on Land Use Systems in Western Ghana. AMBIO 40, 528-539.

Seccatore J., Veiga M., Origliasso C., Marin T., De Tomi G. 2014. An estimation of the artisanal small-scale production of gold in the world. Science of the Total Environment. 496, 662-667.



9. La géophysique appliquée à l'exploration des corps précieux et métaux valorisables par l'exploitation artisanale. Cas de la République Démocratique du Congo

Par Pr. Stanislas SEBAGENZI MWENE NTABWOBA
Professeur Émérite, Université de Lubumbashi, République Démocratique du Congo

9.1. Introduction

Ce chapitre est consacré aux méthodes géophysiques pouvant être intégrées dans un programme d'exploration des corps précieux et métaux valorisables par l'exploitation artisanale. Deux méthodes appartenant aux méthodes dites statiques mesurant les effets associés à des champs naturels, vont être présentées. Cette présentation, précédée par quelques généralités sur la géophysique, est soutenue par des exemples vécus dans la province métallogénique du sud-est de la République Démocratique du Congo (RDC). À côté de ces deux méthodes statiques, il existe les méthodes dites dynamiques, qui mesurent les effets liés à des champs artificiels créés à l'aide d'un appareillage approprié. Cependant, ces dernières méthodes ne sont pas adaptées à la recherche des corps précieux et métaux valorisables par l'exploitation artisanale. Nous conclurons cette partie par l'essentiel à retenir sur l'utilisation de ces deux méthodes, dans le but de susciter l'intérêt des services géologiques ou équivalents des pays d'Afrique francophones invités au séminaire PanAfGeo sur la mine artisanale (13-16 mars 2023 à Douala, Cameroun) d'une part, et d'autre part, encourager ces services à recourir aux méthodes géophysiques lors des campagnes d'exploration des « cibles minières cachées » valorisables par l'exploitation artisanale.

9.2. Généralités

Dans son sens le plus large, la géophysique est la science qui s'intéresse aux phénomènes physiques de la Terre. Le mot « Terre » désigne ici le « globe terrestre » et non le « sol » correspondant au produit de décomposition chimique et/ou mécanique de la roche (pédologie). La géophysique constitue l'application des principes et des méthodes de la physique à la résolution des problèmes relatifs à la Terre. De manière simple, on peut considérer la géophysique appliquée comme synonyme de la géophysique d'exploration ou de la géophysique appliquée à la recherche minière. Cependant, elle est générale en ce sens qu'elle inclut en plus l'application de la géophysique aux problèmes de génie civil, à la recherche d'eau et d'autres aspects qui ne relèvent pas de la prospection minière.

La géophysique d'exploration, quant à elle, présente deux aspects de la recherche minière : la recherche directe des substances utiles précisément par les méthodes magnétiques d'une part (ex. recherche des gisements de fer caractérisés par leurs propriétés magnétiques). Et d'autre part, la recherche indirecte où l'on cherche à faire ressortir les conditions géologiques favorables à la minéralisation de telle ou telle substance dont l'effet sur les mesures est imperceptible : c'est la prospection structurale utile en particulier pour la cartographie des « brèches tectoniques » communément appelées « macro-brèches », dans lesquelles on observe d'abondants oxydes de fer magnétiques. Ces macro-brèches, qui ont été ramenées en surface par une combinaison de phénomènes d'extrusion et de diapirisme, contiennent des minéralisations à Cu et Co particulièrement riches en oxydes de cuivre et cobalt. De surcroît, ces macro-brèches constituent de nos jours, le lieu de ramassage de la manne sur laquelle se ruent les exploitants artisanaux et négociants provenant du monde entier, dans la province métallogénique du sud-est de la RDC. Les gîtes d'origine sont stratiformes, mais la tectonique katanguienne ou lufilienne (1 100-540 Ma) a exhumé des lambeaux parfois subverticaux minéralisés en cuivre et cobalt. Ces lambeaux affleurants ou subaffleurants ont la réputation de figurer parmi les plus riches du monde en métaux convoités par l'industrie minière à travers des multinationales qui visiblement imposent les règles du jeu jusqu'aux prix d'achat et de vente des minerais au détriment de l'Etat congolais. Il y a quelques années, l'utilisation des méthodes géophysiques n'était pas nécessaire étant donné l'abondance des minerais de cuivre et cobalt à l'affleurement. La dénomination de « scandale géologique », très souvent utilisée à tort ou à raison, provenait de la coloration verte et bleuâtre des oxydes de cuivre (ex. malachite) très abondants à l'affleurement. Avec la rareté en surface de ces métaux, les méthodes géophysiques, complétées par endroits par la géochimie sol, sont devenues presque incontournables dans la découverte de « gisements cachés ».

Le choix des méthodes géophysiques utilisées dans l'exploration des gisements se fait particulièrement en fonction des propriétés physiques des roches reconnues dans la zone d'intérêt. Lors de leur mise en œuvre sur le terrain, l'appareillage approprié à la méthode utilisée est déployé pour mesurer les variations de la propriété physique inhérente à chaque méthode. Les mesures sont effectuées le long de profils ou lignes de mesure, des profils perpendiculaires à la direction des structures géologiques.

La géophysique d'exploration ou prospection géophysique s'applique à des *problèmes qui s'énoncent et qui doivent être résolus en termes géologiques*. Si le problème a été mal posé, c'est-à-dire, si l'environnement géologique favorable à la minéralisation a été mal présenté, la géophysique ne pourra contribuer efficacement à localiser la cible minière que si les propriétés physiques ont été mesurées à l'avance sur des échantillons bien conservés et collectés de préférence sur des carottes de sondage. Les valeurs de ces propriétés physiques mesurées en laboratoire vont

constituer une « base de données » à partir de laquelle on aura la possibilité de prévenir les variations de ces propriétés d'un point de mesure à l'autre et être sûr de définir des anomalies du champ physique mesuré. Ces propriétés physiques sont notamment la densité pour les méthodes gravimétriques, l'aimantation ou la susceptibilité magnétique pour les méthodes magnétiques. Il faut noter aussi que les méthodes électriques basées sur les propriétés électriques des roches et des minéraux sont les plus diversifiées compte tenu de la variété des paramètres physiques mesurables. La conductivité électrique, ou son inverse la résistivité, peuvent être calculées lorsqu'on mesure la différence des potentiels entre deux points en surface : la technique est dénommée méthode de résistivité. Lorsque ces potentiels sont des « potentiels naturels » associés à une masse de sulfures métalliques dont la partie inférieure est baignée dans la nappe phréatique et sa partie supérieure aérée dans la zone d'oxydation, on pourra utiliser la technique de polarisation spontanée (PS). Cependant, lorsque ces potentiels sont produits par des courants artificiels générés par un équipement électrique en courant alternatif basse fréquence, ce sera la *technique de polarisation provoquée* (PP) appelée aussi polarisation induite (PI) qui mesure l'aptitude de la roche à emmagasiner la charge électrique pendant le passage du courant, et à la restituer après coupure de ce courant. Les propriétés électriques des roches peuvent aussi être mesurées en courant alternatif de fréquences variables mesurant simultanément les effets d'induction auxquels les courants électriques donnent naissance, ce sont les *méthodes électromagnétiques*. Les mesures d'un champ physique sur le terrain se font à la surface du sol ou à une faible altitude de vol dans le cas de la prospection aéroportée. Dans ce dernier cas (considéré d'ailleurs comme une phase de reconnaissance), pour les mesures au sol, les appareils sont montés sur un avion ou un hélicoptère survolant le périmètre de recherche couvert par un permis d'exploration. L'avantage reste de couvrir de grands espaces en peu de temps et de circonscrire sur le terrain les zones d'intérêt susceptibles de contenir une minéralisation. Il y a donc un dégrossissage montrant des anomalies du champ mesuré dans des zones plus utiles où les recherches au sol seront circonscrites. Ces champs mesurés à partir de l'avion sont principalement les champs magnétique et électromagnétique. Une variante de la méthode gravimétrique, dite gradiomètre, puisque mesurant le gradient vertical du champ de la pesanteur, peut aussi être mise en œuvre pour cartographier les anomalies du champ de gravité et bien les localiser.

Ce chapitre est dédié aux méthodes géophysiques d'exploration ou de prospection géophysique utilisables afin de mettre en évidence des corps et des métaux pouvant être exploitées artisanalement. On ne va donc pas faire une présentation de toutes les méthodes citées plus haut qui, pour la plupart, ont initialement été conçues pour explorer les gîtes primaires (méthodes électriques et électromagnétiques), pour élaborer la stratigraphie des bassins sédimentaires et investiguer les hydrocarbures (sismique), ces derniers n'entrant pas dans le cadre de l'exploitation artisanale. Ces dernières méthodes ont de surcroît un coût élevé et, en outre, leur mise en œuvre

nécessite la mobilisation de moyens financiers importants, un personnel hautement qualifié et l'utilisation d'un appareillage relativement lourd nécessaire pour créer un champ physique artificiel dont il faudra mesurer les effets sur les corps minéralisés. Etant donné que l'exploitation artisanale s'intéresse principalement aux gisements issus de la destruction par altération chimique et/ou mécanique des gisements primaires soumis particulièrement aux effets climatiques durant des milliers d'années, nous avons choisi d'orienter ce chapitre vers deux méthodes géophysiques peu onéreuses, de déploiement sur le terrain facile, et dont l'appareillage approprié et relativement léger mesure les effets d'un champ physique naturel. Ces méthodes sont illustrées par quelques exemples issus de résultats de nos propres tests en RDC, et pourraient donner des résultats satisfaisants dans d'autres pays d'Afrique, où les conditions géologiques auront être bien présentées au géophysicien, pour une bonne mise en œuvre de ces méthodes. Il s'agit respectivement de la gravimétrie et de la magnétométrie (ou méthode magnétique). Le choix de ces méthodes est dicté par la nature du minerai et des substances accompagnant ce minerai en particulier pour le cas des gîtes magnétiques. Ce choix repose essentiellement sur le paramètre physique mesurable caractéristique pour chaque méthode : densité pour la gravimétrie et *aimantation ou susceptibilité magnétique* pour la magnétométrie. Pour cette dernière technique, nous utiliserons indifféremment les termes « méthode magnétique » ou « magnétométrie » qui sont équivalents.

9.3. Méthode gravimétrique

La gravimétrie est la méthode géophysique qui cherche à déterminer l'inégale répartition des différents types de roches dans le sous-sol, chacune caractérisée par sa densité. L'objectif de la méthode gravimétrique est de circonscrire les masses-cibles caractérisées par une densité supérieure ou inférieure à celle du modèle proposé pour les formations encaissantes. La répartition des différentes roches va apparaître sur les cartes des anomalies du champ de la pesanteur dénommées *anomalies de Bouguer*, mises en évidence à partir de mesures effectuées en surface. Ces mesures concernent, non pas la force de pesanteur g en soi, mais ses variations notées Δg d'un point de mesure à l'autre, le long d'un profil ou ligne de mesure. Les mesures obtenues contiennent un « bruit » qui dilue le « signal » (ou information recherchée) et une part importante consacrée au traitement des données brutes concerne l'application d'une série des « corrections » avant de définir l'anomalie de Bouguer en chaque point et d'élaborer la carte.

Les méthodes gravimétrique et magnétique sont souvent regroupées comme méthodes potentielles étant donné que, du point de vue mathématique, le vecteur champ de gravité ou champ de pesanteur ainsi que le vecteur champ magnétique dérivent chacun d'un potentiel, U potentiel du champ de gravité et V potentiel du champ magnétique. Mais si en gravimétrie, à chaque masse, où qu'elle soit située,

correspond un vecteur champ de gravité vertical orienté vers l'intérieur de la Terre, il n'en va pas de même du vecteur champ magnétique caractérisé par une inclinaison dont la direction n'est pas partout verticale. Cette direction varie en fonction de plusieurs facteurs, notamment l'induction magnétique et la latitude magnétique. Mais, malgré cette configuration géométrique simple du champ gravimétrique, des corrections de la lecture, plus compliquées et plus importantes qu'en magnétisme, sont requises. Le déploiement sur le terrain de l'appareil de mesure est relativement plus délicat, et la mise en œuvre de la méthode impose l'engagement d'un opérateur très attentif et consciencieux.

9.3.1. Principe de la méthode et appareillage

La méthode gravimétrique est régie par la loi de Newton selon laquelle, la force d'attraction Fa entre deux masses ponctuelles M1 et M2 situées à une distance r l'une de l'autre, est directement proportionnelle au produit des masses M1 x M2 et inversement proportionnelle à la distance r élevée au carré. De ce fait, tout corps matériel en mouvement à la surface est attiré vers l'intérieur de la Terre par une force d'attraction proportionnelle à son poids. Étant donné qu'en gravimétrie on ne s'intéresse guère aux valeurs absolues de g mais plutôt à ses variations Δg d'un point de mesure à l'autre, on utilise des appareils de mesure dénommés gravimètres qui permettent d'atteindre une précision de l'ordre de ± 0,01 mGal (cm/s2). Leur développement technique a maintenant atteint un point où la précision de l'interprétation est limitée, non pas par les mesures instrumentales, mais par les « corrections » qu'il faut appliquer aux mesures. Car en un point de mesure, mise à part l'attraction vers l'intérieur de la Terre qui nous intéresse, cette mesure est affectée par un certain nombre de facteurs notamment l'altitude, la topographie, etc., dont il faudra quantifier l'influence par des formules mathématiques correspondant à ce que le géophysicien appelle « corrections ». Actuellement, on retrouve sur le marché plusieurs modèles de gravimètres de prospection dans lesquels la force de pesanteur est équilibrée par la tension d'un ressort. Dans tous ces modèles, l'action du poids d'un équipage mobile ou fléau est compensée par un ressort. À l'Université de Lubumbashi, il s'agit d'un gravimètre modèle Worden 979 qui, à ce jour, a rendu beaucoup de services au monde académique comme au monde industriel.

FIGURE 9.1 | PHOTOGRAPHIE PRISE EN 2007 MONTRANT LE PR. SEBAGENZI MANIPULANT LE GRAVIMÈTRE WORDEN 979 AU-DESSUS D'UN DES POINTS GRAVIMÉTRIQUES DE RÉFÉRENCE OU BASES GRAVIMÉTRIQUES DANS LA VILLE DE LUBUMBASHI EN RDC. ON PEUT VISUALISER EN AVANT-PLAN, LE CAISSON CYLINDRIQUE OUVERT, PROTECTEUR DU GRAVIMÈTRE LORS DE SON TRANSPORT. ON NOTE SURTOUT QUE LE GRAVIMÈTRE EST DÉPOSÉ VERTICALEMENT SUR SON TRÉPIED, SUPPORT QUI REPOSE LUI-MÊME SUR UNE BORNE DU NIVELLEMENT IGK (INSTITUT GÉOGRAPHIQUE DU KATANGA) MATÉRIALISANT LE POINT DE MESURE.



9.3.2. Mesure de la densité

Les mesures de la densité (ou masse volumique) ont été réalisées sur des échantillons issus de roches de la séquence métasédimentaire de l'arc Lufilien du sud-est de la RDC, que les géologues ont subdivisé en trois Supergroupes : Roan (R) à la base, suivi de Nguba (Ng), surmonté du Kundelungu (Ku) (ex. Kipata et al., 2013). Les minéralisations à Cu-Co le long de cet arc sont abondamment visibles dans les méga-brèches du Sous-groupe des Mines, exhumées par une combinaison de mécanismes (extrusion et diapirisme ; Kipata et al., 2013). La densité, qui est le paramètre-clé de la méthode gravimétrique, a été mesurée sur plus de 700 échantillons prélevés sur des carottes des sondages miniers (Sous-groupes des RAT (R1) et des Mines (R2)) offertes par la compagnie Gécamines, partenaire du projet AMIRA.

TABLEAU 9.1 | VALEURS DE DENSITÉ DES QUELQUES UNITÉS DE LA SUCCESSION DU KATANGUIEN (BASE DE DONNÉES AMIRA ; DUFFETT ET AL., 2010).

Unité lithologique	**Nombre d'échantillons**	**Densité (t/m³)**
Kundelungu (Ku)	11	2,729 ± 0,022
Nguba (Ng1)	20	2,773 ± 0,025
Mwashya (R4)	11	2,753 ± 0,025
Roan (R2-3) sain	669	2,722 ± 0,011
Roan (R2-3) minéralisé/ altéré	281	2,393 ± 0,153
RAT Rouge	37	2,668 ± 0,036

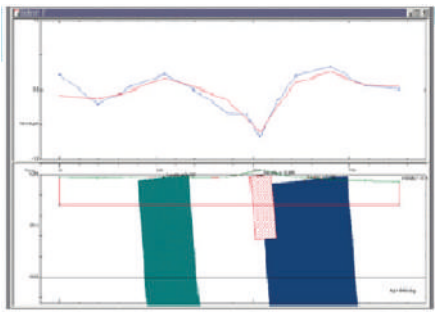
La lecture du Tableau 9.1 montre quelques valeurs obtenues sur des roches des Sous-groupes de la Dipeta (R3), du Mwashya (R4) et de Nguba inférieur (Ng1). Ces valeurs indiquent, pour l'ensemble des roches du Groupe de Roan de faibles valeurs (d = 2,72) par rapport à celles des roches des Groupes de Nguba et de Kundelungu (d = 2,77). En outre, les roches du Sous- groupe des Mines, se démarquent de l'ensemble des roches du groupe de Roan par une densité particulièrement faible (d = 2,39), associée à des anomalies de Bouguer résiduelles négatives observées sur des gisements cupro-cobaltifères oxydés. Ces anomalies négatives relatives aux gisements oxydés, traduisent un déficit de densité étroitement lié à une porosité significative résultant de l'altération supergène (Duffett et al., 2010).

9.3.3. Gravimétrie minière

Lors de la mise en œuvre de la méthode de gravimétrie minière (synonyme de micro-gravimétrie), cette méthode se distingue essentiellement de la gravimétrie régionale (étude des structures profondes) par l'équidistance entre points de mesure successifs le long d'un profil (ex. 50, 100 ou 200 m pour la micro-gravimétrie ; 1 000 à 2 000 m, voire plus pour la gravimétrie régionale). En gravimétrie minière, on peut distinguer deux types d'approche : (1) mettre en évidence un gisement inconnu, (2) déterminer les possibles extensions en profondeur d'un gisement connu en surface et déterminer la profondeur du mur. Depuis de longues années, les activités clandestines de l'exploitation artisanale du cuivre et du cobalt ont été pratiquées dans la province du Katanga en RDC. Avec la réforme du Code minier rendant légales ces activités, on a noté une ruée des exploitants artisanaux sur des gisements même couverts d'un permis au bénéfice d'entreprises officiellement répertoriées au Cadastre minier (service de l'État ayant en charge la gestion des périmètres de recherche (PR) et d'exploitation industrielle (PE)). En vue de contrôler cette ruée et l'orienter vers des zones réservées à l'exploitation artisanale, une réflexion a été initiée pour diversifier les méthodes d'exploration, géophysiques en particulier, en vue de pouvoir opérer une sélection et circonscrire des zones réservées à l'exploitation artisanale. Dans le cadre du projet AMIRA de l'UTAS (Université de Tasmanie, Australie), orienté vers des recherches pluridisciplinaires sur les gisements cupro-cobaltifères de la Copperbelt de la Zambie et RDC, j'ai été approché comme expert détenteur de la base de données géophysiques antérieures, gravimétriques en particulier, répertoriée au BGI (Bureau Gravimétrique International de Toulouse, France ; Sebagenzi, 1993). Durant la période de collaboration (2007-2010), des tests par la méthode gravimétrique ont été effectués sur des gisements connus, caractérisés par leur densité mesurée à Hobart, en Tasmanie. L'objectif de ces tests était d'en tirer des enseignements sur l'applicabilité de la méthode gravimétrique pour la découverte de nouveaux gisements. Le gravimètre Worden 979 de l'Université de Lubumbashi a été mis à contribution pour les mesures des variations du champ de gravité, alors que l'altimétrie a été simultanément faite en utilisant un combiné Promark 3 GPS différentiel de précision ± 0,5 m de l'Université de Tasmanie, pour la prise en compte de l'influence de l'altitude sur les mesures. L'expérience réalisée

au sud-est de la RDC a été celle de prolonger en profondeur le gisement cuprifère de la colline Kinsevere, cédé par Gécamines à la compagnie minière Mine Metal Group (MMG). On a choisi d'effectuer des mesures le long d'un profil traversant le gisement, s'étendant sur 1 000 m de long, en prenant les mesures de variations Δg de g tous les 100 m, dans le souci de recouper des structures plus ou moins superficielles, caractérisées par leur densité et en calculer l'anomalie gravimétrique correspondante. Gardons à l'esprit que la méthode gravimétrique devient de plus en plus aveugle au fur et à mesure que l'équidistance entre points de mesure devient grande, les structures superficielles passant presque inaperçues. Comme pour toutes les mesures gravimétriques réalisées au sud-est de la RDC, l'élimination de l'effet des structures profondes a été effectuée par soustraction de l'anomalie gravimétrique régionale de grande longueur d'onde définie par Sebagenzi (1993), à l'anomalie de Bouguer calculée. L'objectif est de proposer un modèle simple, son calcul a été réalisé en adoptant la géométrie par prismes rectangulaires imposée par le pendage subvertical des structures géologiques à l'affleurement (Figure 9.2). Ce modèle présente un corps gravimétrique léger (couleur rouge) large de 60 m, s'étendant jusqu'à 170 m de profondeur et caractérisé par un déficit de densité (contraste de densité négatif de -0,45). Ce corps s'interprète par des schistes dolomitiques affectés d'une porosité suffisamment avancée, fort heureusement minéralisés en cuivre oxydé. Il faut désormais considérer la porosité comme le facteur ayant contribué significativement à la diminution de la densité, paramètre physique qui influence les mesures gravimétriques et qui marque les relations étroites entre anomalies gravimétriques négatives et gisements cupro-cobaltifères dans la province du Katanga. Dans le cadre du même projet AMIRA, d'autres exemples, notamment dans la méga-brèche de Kolwezi et dans le gisement de Lumwana de la Copperbelt en Zambie, ont été montrés (Duffett et al., 2010).

FIGURE 9.2 | MODÈLE GRAVIMÉTRIQUE CARACTÉRISÉ PAR UN CONTRASTE DE DENSITÉ NÉGATIF CORRESPONDANT À LA ZONE MINÉRALISÉE EN CUIVRE OXYDÉ DU GISEMENT DE KINSEVERE. EN HAUT : COURBE OBSERVÉE (EN BLEU) ET COURBE CALCULÉE (EN ROUGE). EN BAS : MODÈLES GRAVIMÉTRIQUES ; EN BLEU ET VERT LES BLOCS DENSES (CONTRASTE DE DENSITÉ +0,1 G/CM3) REPRÉSENTENT LA DOLOMIE SAINE ET EN ROUGE LES BLOCS LÉGERS (CONTRASTE DE DENSITÉ -0,45 G/CM3) REPRÉSENTENT LES SCHISTES MINÉRALISÉS (D'APRÈS DUFFETT ET AL., 2010).



9.3.4. Conclusion

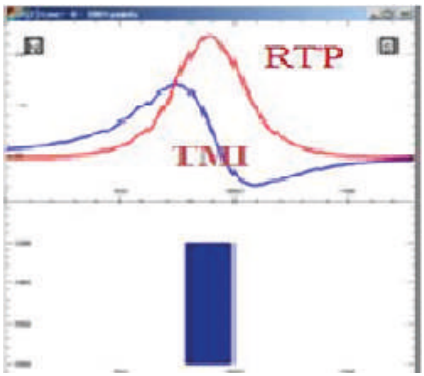
Cette conclusion est une généralisation, particulièrement pour le sud-est de la RDC, où les mesures de densité des roches du bassin Katanguien ont donné des valeurs ne montrant pas de grands écarts. Cependant, ces écarts sont notables seulement lorsque l'on compare les valeurs de densité des roches du Katanguien avec celle du « socle », unité structurale plus ancienne enfouie en profondeur. Ce socle constitue le soubassement des roches du bassin (les valeurs de densité du socle proviennent des échantillons de Zambie, pays voisin où ce socle affleure). Les écarts de densité à l'intérieur du bassin restent un atout majeur lorsque l'on fait entrer en ligne de compte l'état d'altération de la roche minéralisée affectée par la porosité. Désormais, en exploration micro-gravimétrique sur les différentes concessions du bassin Katanguien, les anomalies de Bouguer résiduelles négatives sont interprétées comme des schistes dolomitiques altérés et minéralisés. Ce sont ces schistes altérés qui offrent les meilleurs sites d'exploitation artisanale, sites envahis de nos jours par des exploitants artisanaux nationaux, financièrement sponsorisés par des négociants venus du monde entier. Ces schistes minéralisés constituent aussi d'importants gisements faisant l'objet d'une exploitation industrielle mécanisée ou semi-mécanisée, par des entreprises à capitaux mixtes qui sont pour le moment canadiens, chinois ou australiens, parfois à capitaux majoritairement chinois et minoritairement australiens comme la compagnie MMG à Kinsevere.

9.4. Méthode magnétique

À l'instar de la méthode gravimétrique, la méthode magnétique va s'intéresser aux variations d'un champ naturel (le champ magnétique terrestre) qui reflètent les contrastes d'aimantation des roches. Mais le champ magnétique est plus complexe et ses variations sont plus localisées que celles du champ gravimétrique. Ce qu'il faut savoir, c'est que toutes les roches ne contiennent pas des minéraux magnétiques et les roches n'ont donc pas toutes la propriété de s'aimanter car, sans minéraux magnétiques, une roche ne peut pas être aimantée lorsqu'elle est placée dans un champ magnétique inducteur. En revanche, on a vu en gravimétrie que toutes les roches possèdent une densité. Cette complexité du champ magnétique est en partie due à la « nature dipolaire axial centré » de ce champ, c'est-à-dire que la courbe d'une anomalie magnétique présente à la fois un pôle positif et un pôle négatif (Figure 9.3), alors que la courbe d'une anomalie gravimétrique présente un seul pôle car le vecteur champ gravimétrique est vertical en tout point. En un point où est défini le vecteur champ magnétique, celui-ci est caractérisé par une inclinaison qui varie de 0° (à l'équateur magnétique) à 90° (aux pôles magnétiques). Par ailleurs, le champ magnétique subit des variations temporelles très notables, alors que le champ gravimétrique est relativement moins influencé par ces variations temporelles. Comme pour toutes les méthodes potentielles dont le vecteur du champ dérivé d'un potentiel, l'interprétation d'une anomalie magnétique n'est pas

unique en ce sens que, à une anomalie magnétique donnée peut correspondre plusieurs répartitions d'aimantation dans le sous-sol. D'où l'intérêt pour le géophysicien de recourir à la compétence du géologue qui va jouer un rôle déterminant dans l'interprétation, par la sélection et la limitation des solutions géologiquement possibles. Cependant, à la différence de la gravimétrie mesurant les variations de la pesanteur, l'appareillage de mesure, le magnétomètre nucléaire ou magnétomètre à protons, permet de mesurer avec une grande précision la valeur absolue du champ magnétique terrestre. Les mesures ne nécessitent ni d'opérations de nivellement ni de corrections complexes pour débarrasser la mesure des bruits gênants, et ne conserver que l'information en rapport avec le sous-sol. Dans tous les cas, le champ magnétique mesuré en un point à un instant donné est la somme d'un champ interne qui nous intéresse et d'un champ externe variable avec le temps. Pendant les mesures au sol comme pendant le survol de l'espace à explorer, on utilise un deuxième magnétomètre à protons fixe en un point au sol, pour enregistrer les variations temporelles du champ externe dites variations diurnes. À la fin de la journée, on va élaborer la courbe de ces variations diurnes en fonction du temps. Pour chaque valeur lue avec le magnétomètre mobile, à un temps donné, il faudra soustraire la valeur de la variation diurne correspondante à ce temps de lecture.

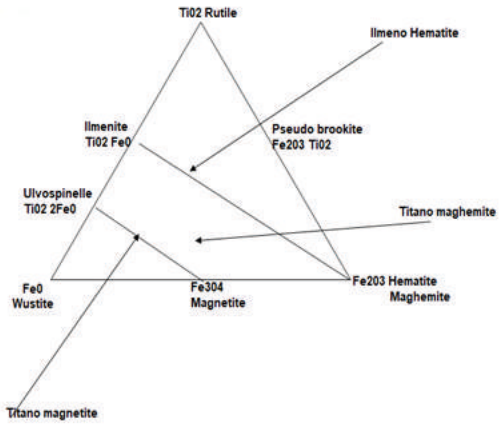
FIGURE 9.3 | EXEMPLE DE COURBE D'ANOMALIE MAGNÉTIQUE (INCLINAISON -45˚ET DÉCLINAISON 15˚). LA COURBE DU CHAMP MAGNÉTIQUE TOTAL (COURBE BLEUE TMI TOTAL MAGNETIC INTENSITY) MONTRE QUE CE CHAMP EST DIPOLAIRE, PRÉSENTANT 2 PÔLES MAGNÉTIQUES, UN PÔLE POSITIF (À GAUCHE) ET UN PÔLE NÉGATIF (À DROITE). LA COURBE ROUGE (RTP REDUCE TO POLE) OU CHAMP RÉDUIT AUX PÔLES, POSSÈDE UN SEUL PÔLE APRÈS LA CORRECTION DE L'INFLUENCE DE L'INCLINAISON. APRÈS CETTE CORRECTION, TOUT SE PASSE COMME SI LA MESURE MAGNÉTIQUE AVAIT ÊTRE PRISE AUX PÔLES MAGNÉTIQUES OÙ LE CHAMP EST D'INCLINAISON ÉGALE À 90˚.



9.4.1. Principe de la méthode

La méthode magnétique est régie par la loi de Coulomb selon laquelle deux masses magnétiques q1 et q2 se repoussent si elles sont de même signe, mais vont s'attirer si elles sont de signes contraires, par des forces f égales et directement opposées. Il s'agit bien de masses magnétiques caractérisées par le pôle d'un aimant pouvant exercer une force sur un autre pôle. Ces masses magnétiques n'existent pas partout. Elles existent uniquement dans des milieux ambiants dits ferromagnétiques. Ce sont des milieux qui ont conservé les propriétés magnétiques après le phénomène d'aimantation par un champ inducteur externe. En revanche, on a vu en gravimétrie que tout corps matériel, où qu'il soit, possède une masse volumique (ou densité) et que ce corps est soumis à une force d'attraction verticale dont l'axe est dirigé vers l'intérieur de la Terre. Par conséquent, on retient que la méthode magnétique ne va s'appliquer que là où on a des substances magnétiques considérées comme « indicateurs ou accompagnateurs » des corps et des métaux dont l'exploitant artisanal a besoin. Les substances magnétiques en question sont résumées dans le diagramme Rutile-Hématique-Wüstite (Figure 9.4).

FIGURE 9.4 | CLASSIFICATION DES MINÉRAUX MAGNÉTIQUES DANS LE DIAGRAMME TERNAIRE RUTILE-HÉMATITE-WŸSTITE (COULOMB ET JOBERT, 1976).



À partir de ce diagramme, on voit clairement que les principaux minéraux occupant les trois pôles sont rutile, hématite (maghémite) et wüstite. En fonction de leur proportion qui peut varier, ces trois principaux minéraux peuvent donner des combinaisons qui aboutissent à de nouvelles associations minérales dotées de propriétés magnétiques. On retient que, si les roches de la zone d'intérêt ne contiennent

pas l'un ou l'autre de ces minéraux du diagramme, les mesures magnétiques à entreprendre au magnétomètre à protons pourraient ne pas donner d'anomalies magnétiques qui puissent répondre au problème géologique posé. L'interpréteur pourrait se trouver devant une « zone bruitée » où les anomalies qu'il croit apporter comme solution à ce problème sont des artefacts de traitement. Dans les zones de recherche de gisements à valoriser par l'exploitation artisanale, les gisements sont secondaires, issus de l'altération chimique et de la destruction mécanique des gisements primaires. Dans la Nature, les corps ou les métaux intéressant l'exploitation artisanale sont enfouis dans un sol dont la couleur constitue un indicateur important de l'occurrence de corps et de minéraux destinés à l'exploitation artisanale.

9.4.2. Susceptibilité magnétique ou aimantation

Les corps pouvant acquérir l'aimantation par induction possèdent une structure chimique qu'on peut assimiler à une association de pôles magnétiques. Lorsque ces corps sont placés dans un champ magnétique inducteur, celui-ci imprime aux différents pôles, ses propres caractéristiques magnétiques qui sont notamment, le sens et la direction de ce champ extérieur. En fonction de sa propre susceptibilité magnétique, chaque corps minéral fixe, ou mieux mémorise, les propriétés magnétiques du corps inducteur au-delà de l'induction initiale. On va donc désigner par le terme de susceptibilité magnétique la capacité d'un matériau à s'aimanter lorsque celui-ci est placé dans un champ magnétique externe.

TABLEAU 9.2 | VALEURS DE SUSCEPTIBILITÉ MAGNÉTIQUE DE QUELQUES ROCHES ET MINÉRAUX.

Minéral/roche	**Susceptibilité magnétique χ_m (10^{-3} SI)**
Pyrite	0,05 à 5
Calcite	-0,001 à 0,01
Sphalérite	0,4
Hématite	0,5 à 35
Ilménite	300 à 3 500
Magnétite	1 200 à 19 200
Granite	0 à 35
Gabbro	0 à 50
Basalte	0,2 à 175

Le Tableau 9.2 présente les valeurs de susceptibilité magnétique de quelques roches et minéraux. Les lignes grises du Tableau 9.2 démontrent que les oxydes de fer et de titane comme l'hématite, la magnétite et l'ilménite (Figure 9.4), possèdent

les valeurs de susceptibilité magnétique les plus élevées. En particulier dans les roches, la magnétite est le minéral ferromagnétique qui contribue le plus à augmenter la susceptibilité magnétique par rapport aux autres oxydes de fer.

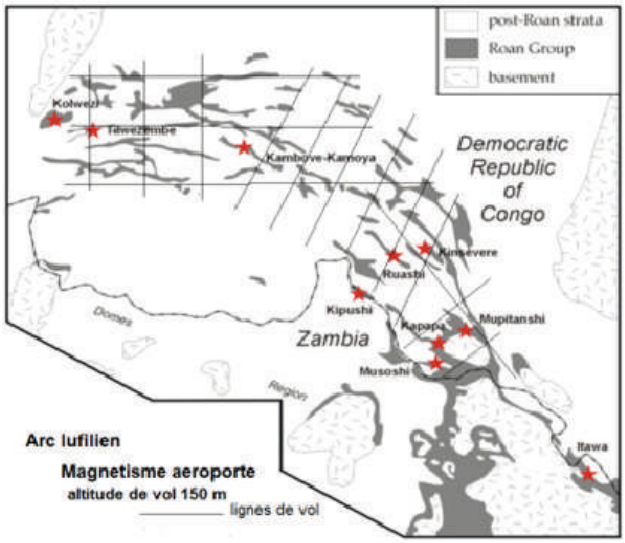
On comprend alors aisément qu'avant de décider de déployer la méthode magnétique sur une zone d'intérêt, il est nécessaire de s'assurer que les roches de cette zone contiennent des indicateurs ou accompagnateurs des corps ou des métaux que l'exploitation artisanale recherche.

9.4.3. Exemples des campagnes réalisées en RDC

Magnétisme aéroporté au sud-est de la RDC

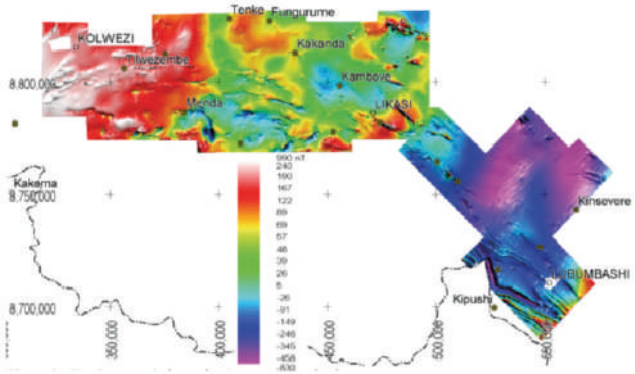
On présente ici le magnétisme aéroporté conduit sur la Copperbelt du sud-est de la RDC en vue de montrer l'efficacité de la méthode magnétique dans la cartographie des failles et d'apprécier le pouvoir de résolution de cette méthode dans la localisation indirecte des zones destinées, non seulement à l'exploitation semi-industrielle ou industrielle, mais aussi à l'exploitation artisanale. On parle de la prospection structurale, notamment utile pour la cartographie des « brèches tectoniques ou macro-brèches », dans lesquelles des oxydes de fer magnétiques (hématite, magnétite, etc.) ont précipité, jouant ainsi le rôle d'indicateur pour une recherche indirecte par la méthode magnétique des corps et des métaux recherchés pour l'exploitation artisanale.

FIGURE 9.5 | SCHÉMA MONTRANT L'ESPACE DE L'ARC LUFILIEN SURVOLÉ EN AVION EN 1969. LA CONFIGURATION DES LIGNES DE VOL EST PERPENDICULAIRE À LA DIRECTION RÉGIONALE DES STRUCTURES GÉOLOGIQUES. QUELQUES TRAVERSES SONT MONTRÉES (TIRÉ DE DUFFETT ET AL., 2010).



Dans le sud-est de la RDC, une campagne aéroportée de magnétisme a été conduite entre mai et juillet 1969, par la compagnie britannique Hunting Geology & Geophysics Ltd pour le compte de l'entreprise minière Gécamines. Avec une altitude de vol de 150 m, les lignes de vol distantes d'environ 500 m, ont été recoupées par quelques traverses ou lignes de raccordement. Elles ont couvert la zone d'intérêt depuis Kolwezi au nord-ouest, jusqu'à Lubumbashi au sud-est (Figure 9.5). Ces lignes de vol N-S dans la région de Kolwezi, deviennent NE-SO et perpendiculaires à la direction régionale de l'arc Lufilien dans la région de Lubumbashi. Les données remises à Gécamines par l'opérateur britannique étaient présentées sous forme de 15 cartes à 1/15 000. Ces cartes, mises à disposition à AMIRA par le partenaire Gécamines, ont été numérisées, digitalisées et soumises à un traitement approprié à l'aide du logiciel ArcGIS, ce qui a permis d'obtenir la carte du champ magnétique total (TMI ; Figure 9.6). À l'extrémité occidentale de l'arc Lufilien à Kolwezi, les données initiales de Hunting Geology & Geophysics Ltd étaient illisibles, perturbées par un bruit industriel lié à la ferraille des usines de Kolwezi. Elles ont été remplacées par celles d'une expérience plus récente réalisée en 1999 par la compagnie Africa Minerals avec un pouvoir de résolution beaucoup plus grand soutenu par un meilleur survol à une altitude de 80 m.

FIGURE 9.6 | CARTE DE L'ANOMALIE MAGNÉTIQUE DU CHAMP TOTAL (TMI) (DUFFETT ET AL., 2010).



À partir de la carte du champ magnétique total (TMI Total Magnetic Intensity) de la Figure 9.6, on peut retenir les points remarquables suivants :

- À l'échelle régionale, la configuration structurale de la chaîne du Katanga ou arc Lufilien a imprimé sa « forme en arc » très dominante sur la morphologie globale du champ magnétique total ;
- Les anomalies du champ total, coloriées en rouge, indiquent l'emplacement des « méga-brèches » contenant d'abondants oxydes de fer. Au sud-est de la RDC, l'expérience montre que ces méga-brèches sont les lieux privilégiés d'indices cupro-cobaltifères favorables à l'exploration au sol et à l'exploitation minière dans la province métallogénique du Katanga. Lors de l'exploration géologique sur un profil vertical réalisé à la faveur d'un sondage, 3 zones se distinguent : une première dite « zone d'oxydes riches en Cu-Co », suivie de la « zone mixte à Cu-Co oxydé et Cu-Co sulfuré », et la dernière zone dite « zone des sulfures », où les sulfures de cuivre sont prépondérants. Cependant, compte tenu du rôle non négligeable joué par la tectonique dans la mise en place des gisements, la zone à sulfures peut ne pas être visible partout et en certains endroits, le profil vertical peut donc s'arrêter dans la zone mixte. Il est évident que c'est la zone d'oxydes riches en Cu-Co qui intéresse l'exploitation artisanale. Dans cette zone, des teneurs élevées (Cu-Co 5%) à très élevées (Cu-Co 10-15 %) ont été observées montrant l'importance et la richesse de cette partie de la RDC ;
- On peut voir, en particulier dans les régions de Lubumbashi à l'extrémité sud-est, de Likasi au centre et de Kolwezi au nord-ouest, l'empreinte profonde des accidents tectoniques cassants, guides de la minéralisation faisant à la fois l'objet d'une exploitation artisanale et industrielle.

Diamant artisanal et kimberlite du plateau de Kundelungu

FIGURE 9.7 | LOCALISATION DE LA KIMBERLITE DE KUNDELUNGU DANS LE SUD-EST DE LA RDC (ÉTOILE JAUNE), PARC NATIONAL DE KUNDELUNGU.



Parmi les corps et les métaux qui font l'objet d'une exploitation artisanale au sud-est de la RDC, figure aussi le diamant, pierre précieuse très recherchée dans le monde. L'exploitation du diamant reste malheureusement illicite étant donné la localisation de la kimberlite du plateau de Kundelungu dans le Parc national de Kundelungu, un espace géographique protégé et considéré comme un patrimoine d'importance internationale. Cet espace est en fait désigné « zone réservée » selon le Code minier en vigueur. Ce patrimoine visible dans le nord-est de Solwezi (Figure 9.7) est soumis aux travaux de l'artisanat minier qui ont pris des proportions inquiétantes. Cependant, son contrôle et sa maîtrise par la Police des mines semblent commencer à porter quelques signaux positifs. Du point de vue du contexte géologique, les indices de diamant les mieux connus en Afrique Centrale sont associés aux kimberlites des zones cratoniques d'âge Archéen, et la mise en place de la roche mère qui les contient est d'âge Crétacé supérieur. La kimberlite de Kundelungu fait exception à cette règle. D'abord, elle est intrusive dans des formations du Mésozoïque-Néoprotérozoïque. Ensuite, son âge de 32,3 ± 2,2 Ma par la méthode U-Pb, est contemporain de l'initiation de l'ouverture du rift Est-Africain depuis le sud de l'Éthiopie et du Kenya jusqu'au sud-est de la RDC. Des travaux intéressants sur les indices de diamant soutiennent un géotherme initial assez faible perturbé par une remontée de l'asthénosphère et corroborée par nos résultats géophysiques (ex. Sebagenzi, 1993 ; Sebagenzi et al., 1993). La ruée des exploitants artisanaux et des négociants étrangers a suscité l'exploration de cette pierre précieuse dont la roche mère est une roche ultrabasique contenant en abondance des minéraux riches en fer et particulièrement des oxydes de fer, bons minéraux indicateurs (Figure 9.4). Ce sont justement ces oxydes de fer indicateurs qui motivent le déploiement du magnétomètre nucléaire sur le site. Des tests au magnétomètre à protons sur deux profils recoupant des zones cartographiées par les géologues ont été réalisés. Des résultats intéressants ont été obtenus, l'indice de diamant accompagné d'abondants oxydes de fer a été prouvé, mais le grand problème reste qu'aucun résultat ne peut être rendu public étant donné le caractère de « zone réservée » et le caractère confidentiel. L'acquis est que les résultats de cette campagne permettent de retenir le rôle majeur que peut jouer la magnétométrie dans l'exploration indirecte du diamant, en tenant compte de la présence des minéraux magnétiques considérés comme minéraux indicateurs dans la kimberlite pour appliquer la méthode magnétique.

Or alluvionnaire

En RDC, comme ailleurs dans les pays africains caractérisés par un climat équatorial, le sol est par endroit couvert d'une cuirasse latéritique riche en oxydes de fer. Dans ce type de sol qui a subi des modifications importantes, la présence d'or alluvionnaire est pressentie par une couleur visiblement très noir à noir foncé caractéristique des oxydes de fer (ilménite et hématite). C'est donc par une approche indirecte à partir des minéraux magnétiques qu'il est possible d'explorer ce type d'or. Dans la localité cuprifère de Mubambe, située dans le voisinage de Likasi au sud-est

de la RDC, certains exploitants artisanaux qui étaient initialement préoccupés par le cuivre seul, ont commencé à s'intéresser à l'or. Pendant une campagne géophysique de vérification au sol d'anomalies magnétiques aériennes par une équipe d'exploration de la compagnie Gécamines, la méthode magnétique a permis d'indiquer des indices de poussières de couleur particulière mélangée à de la terre noire. À la fin de la mission de l'équipe Gécamines, des exploitants artisanaux ont orienté leurs travaux vers l'or qu'ils récupèrent par tamisage après lavage. Ces exploitants artisanaux se sont désormais laissés guider par la couleur noire caractéristique des oxydes de fer accompagnant l'or alluvionnaire. Il faudrait donc accorder une attention particulière à la couleur de la terre noire typique des oxydes de fer (hématite et ilménite) pour localiser l'or. Le choix judicieux de la méthode magnétique pour l'exploration de ces corps et ces métaux valorisables sera donc fixé une fois que la circonscription de l'environnement des substances magnétiques accompagnant l'or alluvionnaire aura été faite.

Cobalt contenu dans la cuirasse latéritique : mine de la Ruashi

La mine de la Ruashi et celle de l'Étoile, situées à une dizaine de kilomètres de la ville de Lubumbashi, sont deux mines à ciel ouvert qui ont marqué l'histoire de l'Union Minière du Haut-Katanga (UMHK), l'ancienne dénomination de Gécamines depuis l'époque coloniale. Comme tous les gisements de l'arc Lufilien tectoniquement exhumés, ces gisements se présentaient jadis sous forme de collines remarquablement verdoyantes liée à la couleur verte de la malachite. Ces deux mines, restées propriété de Gécamines pendant plusieurs décennies, ont fourni la grande partie des alimentations en cuivre oxydé à l'usine métallurgique de Lubumbashi. Par l'acte de cession reconnu par le Code minier en vigueur, ces mines ont été cédées respectivement aux compagnies Ruashi Mining pour Ruashi et Chemaff pour l'Étoile. Les travaux d'exploitation industrielle conduits indépendamment par les deux compagnies précitées, ont à ce jour été arrêtés compte tenu de l'épuisement en minerai de cuivre oxydé. Tout autour, des travaux d'exploitation artisanale se sont poursuivis et les produits issus de cette exploitation sont vendus à l'entreprise Chemaff pour alimenter son usine de Lubumbashi.

Compte tenu de la situation caractérisée par la « ruée de l'or » marquant le sud-est de la RDC ces dernières années, une expérience d'exploitation artisanale a été réalisée à la Ruashi entre 2005 et 2007. Les sites d'intérêt recouverts par endroit par une cuirasse latéritique ont simultanément été explorés par la magnétométrie comme méthode indirecte de recherche de cobalt (hétérogénéité), et dont le choix a été soutenu par la présence dans la cuirasse latéritique d'abondantes quantités d'oxydes de fer (hématite). Des observations effectuées dans des puits d'exploitation de cobalt, foncés jusqu'à 2 m de profondeur, ont montré du haut vers le bas un enrichissement progressif en cobalt avec une teneur moyenne de 4 % Co. Toutefois, des teneurs pouvant aller et dépasser 10 % Co ont été reconnues par métorex.

Au-delà, la teneur en cobalt devient trop faible pour que l'exploitation soit poursuivie (Kaseti, communication orale).

Les travaux d'extraction artisanale de ce cobalt ont été rendus possibles au moyen de pics et de barres à mine. Le minerai étant friable, le broyage du minerai en est donc facilité et la séparation des granules de cobalt et de la ferraille est réalisée par tamisage (production : 15 à 20 t Co pendant 4 jours soit une moyenne de 4 t/jour).

9.5. Conclusions sur les méthodes d'exploration géophysique

Ce chapitre a été dédié à deux méthodes géophysiques d'exploration pouvant servir d'appui à la mise en évidence de corps précieux et de métaux valorisables par l'exploitation artisanale. À l'ère de la conception des méthodes couramment utilisées en exploration géophysique dans les pays industrialisés comme le Canada, l'Australie, etc., les méthodes géophysiques d'exploration étaient particulièrement orientées vers la découverte de gisements primaires constitués en grande partie de minerais sulfurés. Ces gisements étaient les plus recherchés pour approvisionner sans arrêt la chaîne industrielle de concassage-concentration des minerais et pouvoir mettre à disposition des produits miniers nécessaires pour renforcer le développement économique de ces pays. Or, l'exploitation artisanale telle qu'elle est pratiquée, dans les pays du Sud en particulier, s'adresse exclusivement à des gisements secondaires issus de la destruction par altération chimique et/ou mécanique des gisements primaires soumis particulièrement aux effets climatiques durant les derniers millénaires. On comprend aisément qu'il soit nécessaire d'opérer parmi les méthodes géophysiques classiques, un choix judicieux de la méthode qui convienne et dont l'utilisation en tant que méthode directe ou indirecte puisse permettre de calculer des anomalies associées aux corps ou métaux destinés à l'exploitation artisanale. Deux méthodes géophysiques, la gravimétrie et le magnétisme, ont été présentées en s'appuyant sur quelques exemples de la province métallogénique du sud-est de la RDC. Le choix de ces méthodes passe nécessairement par la connaissance de la propriété physique caractéristique, densité pour la gravimétrie et aimantation ou susceptibilité magnétique pour le magnétisme. Ces propriétés physiques ont été obtenues au laboratoire de l'Université de Tasmanie (Australie) sur des échantillons de roches sélectionnées à partir de carottes des sondages réalisés sur des concessions de la compagnie Gécamines. Les valeurs de ces propriétés physiques ont permis de disposer d'une « base de données » dont l'avantage principal est de pouvoir faire, avant même d'effectuer les mesures sur le terrain, une prédiction sur la variation de ces paramètres d'un point de mesure à l'autre sur la zone d'intérêt pour définir des anomalies significatives. Pour la méthode gravimétrique en particulier, ces valeurs ont montré que les roches du Sous-groupe des Mines, principal réservoir de cuivre et de cobalt en RDC, se démarquent de l'ensemble des roches du Groupe de Roan,

par une densité relativement faible associée à des anomalies de Bouguer résiduelles négatives observées sur des gisements cupro-cobaltifères oxydés. Ces anomalies négatives relatives aux gisements oxydés traduisent une porosité importante résultant de l'altération supergène. En ce qui concerne l'utilisation de la méthode magnétique, il est nécessaire de s'assurer que les roches de cette zone d'intérêt contiennent des oxydes de fer qui sont des indicateurs importants accompagnant les corps précieux et les métaux pouvant être mis à la disposition de l'exploitation artisanale, étant donné que ces cibles minières n'ont pas d'effets perceptibles sur les mesures au magnétomètre à protons. C'est le cas notamment des « macro-brèches », structures privilégiées contenant le cuivre et le cobalt, deux métaux convoités pour le moment par les multinationales qui bénéficient de services de creuseurs ou d'exploitants artisanaux. C'est le cas aussi de l'or et du cobalt contenus dans la cuirasse latéritique riche en oxydes de fer. Il en est de même du diamant contenu dans la kimberlite du plateau de Kundelungu, pierre précieuse très recherchée. En définitive, il faut retenir que dans l'exploration par méthodes géophysiques des corps précieux et des métaux destinés à l'exploitation artisanale, on procède par approche indirecte car, ce n'est ni le cuivre ou le cobalt, ni l'or ou le diamant, qui ont des effets perceptibles sur les mesures, mais c'est plutôt l'environnement encaissant avec son contenu en oxydes de fer dont l'identification doit nécessairement être précisée à l'avance.

9.6. Références

Coulomb J., Jobert G., 1976. Traité de géophysique interne. Masson & Cie, Tome 2.

Duffett M., Sebagenzi S., Selley D., 2010. Gravity and magnetics of the Central African Copperbelt. P872 Sediment-hosted copper deposits of Congolese Zambia and central Australian basin systems. July 2010 AMIRA International Final Report, 49-78.

Kipata M.L., Delvaux D., Sebagenzi M.N., Cailteux J., Sintubin M., 2013. Brittle tectonic and stress field evolution in the PanAfrican Lufilian Arc and its foreland (Katanga, DRC): from orogenic compression to extensional collapse transpressional inversion and transition to rifting. Geologica Belgica 16 (1-2), 1-17.

Sebagenzi M.N., 1993. Étude gravimétrique et géothermique du sud-est du Zaïre et du nord de la Zambie (Afrique centrale). Thèse doctorale, Université Paris 7, 272 p.

Sebagenzi M.N., Vasseur G., Louis P., 1993. First heat flow density determinations from Southeastern Zaire (Central Africa). Journal African Earth Sciences 16(4), 413-423.


YUP
orange
DIOR

10. Exploitation artisanale et à petite échelle du sable de verrerie et du quartzite de Pouma, région du Littoral (Cameroun)

Par Gay Emmanuel MOUKOURY MOUME
Ministère des Mines, de l'Industrie et du Développement Technologique du Cameroun (MINMIDT), Direction régionale du Littoral.

10.1. INTRODUCTION

La région du Littoral est l'un des premiers bassins de production d'une grande variété de substances de carrière, avec près de 2 500 emplois directs et 4 500 emplois indirects (Rapport d'activités de la Délégation Régionale du Littoral en charge des Mines).

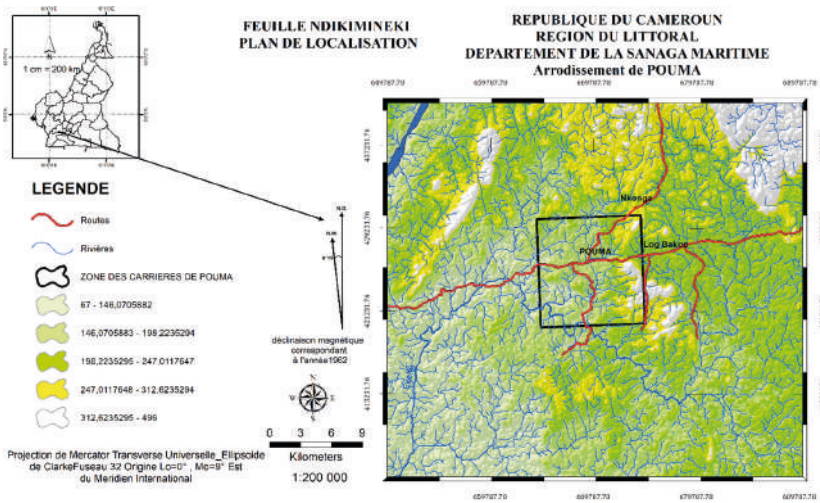
Toutefois, dans le contexte actuel de concurrences locale et internationale de plus en plus rude, couplées au manque de sensibilité des prescripteurs à l'usage des substances de carrière, le développement économique de certaines filières est bloqué et leur avenir apparaît fragilisé. La taille modeste des entreprises dans certains secteurs comme les roches ornementales et les matériaux de construction (sable) (entre 1 et 10 personnes) est également un frein à l'investissement qu'il soit destiné au matériel, ou à fortiori à la prospection de nouveaux gisements et aux actions de connaissance en « amont » de la ressource. Parallèlement, l'industrie extractive régionale souffre également d'une image négative qui ne tient pas compte de son poids économique, de son dynamisme et du rôle d'entraînement qu'elle peut jouer dans le tissu économique local, notamment dans les zones rurales, bénéficiant d'un ancrage très fort.

Dans ce contexte général, il est opportun de présenter succinctement cette activité en prenant le cas d'une carrière de sable et d'une carrière de roches ornementales.

10.2. SITE D'EXPLOITATION DES QUARTZITES DE POUMA

La zone d'exploitation de la carrière de quartzite est située dans la région du Littoral au Cameroun, dans le département de la Sanaga Maritime, à 3,5 km du centre-ville de la ville de Pouma (Figure 10.1).

FIGURE 10.1 | PLAN DE SITUATION DE LA ZONE DE POUMA (RÉGION DU LITTORAL, CAMEROUN).



10.2.1. Contexte géologique

La zone d'exploitation des carrières de roches ornementales appartient à l'unité tectonique du Bas Nyong correspondant en partie à la série du Nyong inférieure et de la Lokoundjé. Les résultats des études de M. Lasserre & P. Maurizot et al. (1986) révèlent plusieurs types de roches appartenant à des formations d'âges et d'origines différents.

L'unité tectonique du Nyong et de l'Ayina se situe à la bordure nord du complexe du Ntem et à l'est du bassin sédimentaire de Douala (Figure 10.2). L'observation de la carte géologique montre que la formation (exploitée en carrière) est d'âge Néoprotérozoïque supérieur et fait partie de formations supracrustales, plus précisément du groupe des Micaschistes grenatifères migmatitisés à deux micas. Cette dernière est composée de micaschistes quartzeux moins abondants et de quartzites à muscovite. On observe sur ces quartzites à muscovite des feuillets millimétriques à centimétriques et la présence de fossiles de végétaux. L'Unité du Nyong et de l'Ayina et le complexe du Ntem évolueraient suivant le modèle de collision sous forme de nappes vers le craton du Congo. En profondeur se placent des corps denses correspondants à des roches du manteau supérieur et/ou de la base de la croûte du domaine Nord, mises en place lors de la compression tectonique panafricaine. Les modèles géophysiques, en accord avec la géologie de la zone Littoral du Cameroun, montrent des structures qui impliquent des changements fondamentaux dans les processus géodynamiques de l'Archéen au Protérozoïque supérieur (Figure 10.3).

FIGURE 10.2. | CARTE STRUCTURALE DU SUD-OUEST DU CAMEROUN. ADAPTÉE D'APRÈS LA CARTE GÉOLOGIQUE À 1/1 000 000 DE MAURIZOT ET AL. (1985)

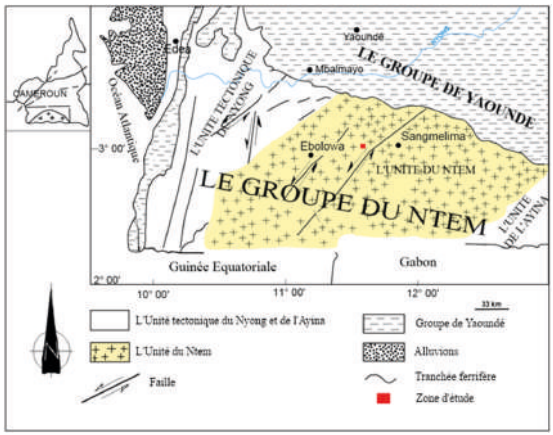
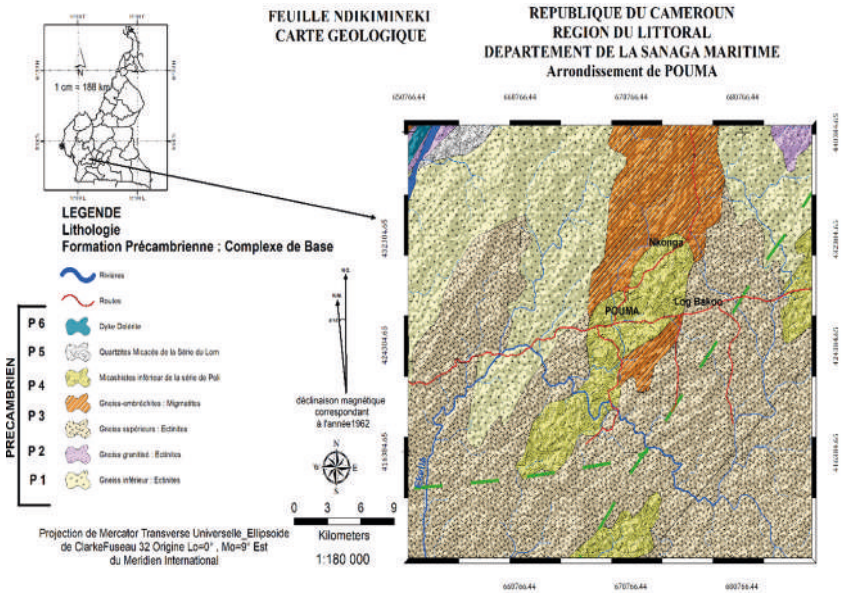


FIGURE 10.3. | CARTE GÉOLOGIQUE DE LA ZONE DE POUMA.



10.2.2. Méthodes d'extraction

Afin d'obtenir les roches ornementales dites « Pierre de Pouma », les artisans de la carrière de Song Mbila à Pouma, utilisent des méthodes et des procédés traditionnels, rentrant dans le cadre d'une exploitation artisanale. Parmi les étapes de cette exploitation :

• **Déblayage du sol :** exécuté de façon anarchique, cette étape consiste à retirer les débris de terre présents au-dessus des roches à exploiter. Ces terres, d'épaisseur variable, dépassent rarement 2 à 3 m. Cette étape constitue l'une des plus importantes car après elle, il est possible d'évaluer aisément l'extension de la roche qui s'y trouve ainsi que ses caractéristiques, qui influenceront le mode approprié d'extraction (Figure 10.4). Pour cette étape, les artisans utilisent des pelles et des pioches ;

FIGURE 10.4 | ROCHE MISE À NUE APRÈS DÉBLAYAGE.



• **Recherche des plans de faiblesse :** les plans de faiblesse sont des plans suivant lesquels la roche se casse ou se débite plus facilement (Figure 10.5). Cette étape est cruciale car sa réussite permettra d'extraire la roche plus facilement et par ricochet, réduira le temps et l'énergie déployée à l'extraction de la roche ;

FIGURE 10.5 | ROCHE PRÉSENTANT DES PLANS DE FAIBLESSE.



• **L'extraction de la roche :** une fois un plan de faiblesse repéré, les artisans y appliquent un effort important et constant à l'aide d'une lame de fer et d'un marteau (Figures 6 et 7). Par cette méthode, les artisans de la carrière de Song Mbila produisent en moyenne 50 m2 de roche brute par mois. La caractéristique principale de cette étape est la compétence de la roche, car plus elle est compétente, plus elle sera difficile à casser et nécessitera davantage de temps et d'énergie à la tâche de la part des artisans ;

FIGURE 10.6 | EXTRACTION EN COURS D'UNE ROCHE AVEC UNE LAME DE FER ENCASTRÉE.
FIGURE 10.7 | MARTEAU UTILISÉ PAR LES ARTISANS.





10.2.3. Méthodes de traitement

• Le contrôle qualité et le tri : pour effectuer la taille, les artisans ont besoin de roche compétente et présentant très peu ou pas d'hétérogénéités structurales (fractures). De ce fait, les artisans effectuent des tris sur l'ensemble des roches afin d'éliminer celles qui sont tendres et/ou fracturées et garder celles jugées adéquates pour la taille (Figure 10.8) ;

FIGURE 10.8 | REJET DE ROCHES DESTINÉES À LA TAILLE.



• **Le transport de la roche extraite :** une fois la roche extraite, elle doit être transportée vers le lieu de sa taille et de vente. Par manque de route aménagée et d'engins de transport, les artisans doivent transporter eux-mêmes la roche extraite vers le site de taille et de vente (Song-Nlend), situé à quelques centaines de mètres de la carrière (Song Mbila) en passant par la route Nationale RN3.

• **La taille de la roche :** la roche est taillée au moyen d'une machine de taille qui sert à donner les formes et les dimensions. Cette machine est notamment constituée d'un disque diamanté permettant ainsi de tailler les roches compétentes. Cette étape est tributaire des exigences des clients et du marché, puisque la taille se fait selon la demande d'une certaine catégorie de produits classés selon leur superficie en mètres carrés : 5x20, 10x20, 20x20, 6x30, etc., avec une épaisseur plus ou moins constante de 4 cm. Le principe consiste à prendre les dimensions du morceau à tailler ou utiliser des dimensions standards à l'aide d'un cadre déjà conçu aux dimensions souhaitées, puis délimiter ces dimensions sur le fragment à tailler et le placer sur le compartiment supérieur de la machine. Ensuite, le machiniste actionne la machine et fait passer le disque suivant la zone délimitée jusqu'à ce que tous les contours soient taillés en arrosant la roche d'eau régulièrement afin qu'elle reste humide pendant le processus de taille et ainsi réduire l'usure du disque (Figure 10.9) ;

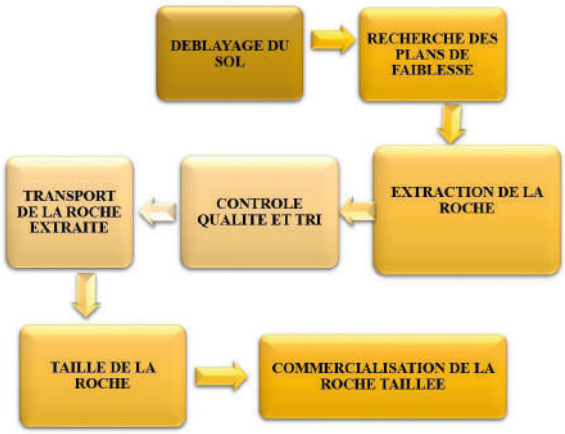
FIGURE 10.9 | MACHINE DE TAILLE.



FIGURE 10.10 | SÉPARATION SECONDAIRE.



FIGURE 10.11 | PROCÉDÉ DE L'EXPLOITATION ARTISANALE DE LA PIERRE DE TAILLE DE POUMA.

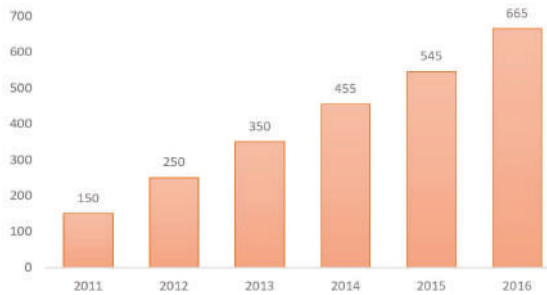


10.2.4. Production, marché et contrainte liées à commercialisation

Suivant l'enquête menée dans la zone d'exploitation, par artisan, on note une production moyenne 50 m^2/mois, ce qui porte une production globale moyenne en considérant 31 artisans, dont un seul est autorisé, à un volume approximatif de 1 550 m2/mois, soit 18 600 m^2/an.

Pour une épaisseur moyenne de 4 cm, le cubage approximatif est de l'ordre de 744 m^3/an. Les données du CAPAM des années antérieures présentées sur le tableau suivant montrent une production croissante en fonction des années :

FIGURE 10.12 | PRODUCTION (EN M3) RECENSÉE DE LA PIERRE DE TAILLE DE POUMA DE 2011 À 2016 (RAPPORT CAPAM).



Dans la commercialisation de la roche taillée, les produits sont vendus à Song-Nlend et pour ce faire, sont exposés en bordure de la route nationale RN3. Les produits

de forme régulière (carré, rectangle ou hexagone) sont les plus demandés (Figures 10.12), tandis que les produits en vrac (graviers) sont utilisés par certains artisans comme remblais à cause de leur faible demande. La vente se fait essentiellement sur commande et les artisans de la carrière de Song Mbila ont environ 15 clients par an.

Parmi les produits exposés, d'autres produits en particulier des pierres dites « à écraser » sont vendues à Song-Nlend par les artisans qui s'approvisionnent chez des artisans d'autres localités. Le prix moyen du m^2 de roche taillée est de 13 000 FCFA.

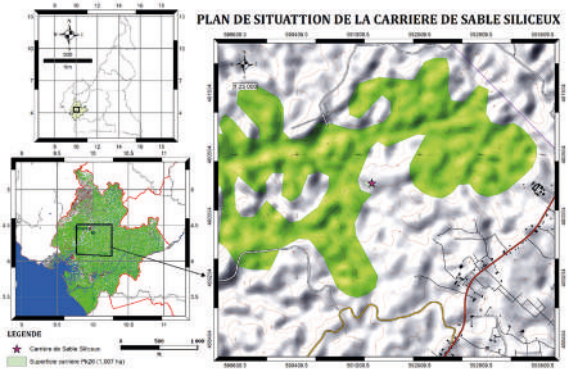
FIGURE 10.13 | (A) PIERRES À ÉCRASER DE SONG-NLEND ; (B) CARREAUX VENDUS À SONG-NLEND ; (C) ROCHES VENDUES À SONG-NLEND SOUS FORME DE BÂTONNETS.



10.3. SITE D'EXPLOITATION DU SABLE SILICEUX

Sur le plan administratif, cette carrière est située dans la région du Littoral, département du Wouri, 5e arrondissement de Douala, à environ 4 km de la route principale. Sur le plan géographique, la carrière se localise vers 09°49'29"N-4°9'59"E (Figure 10.14) à une altitude de 68 m et couvre une superficie d'environ 1 ha.

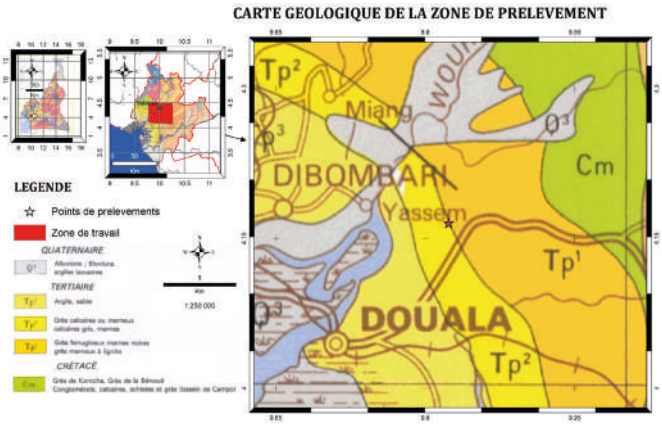
FIGURE 10.14 | LOCALISATION DE LA CARRIÈRE DE SABLE SILICEUX.



10.3.1. Contexte géologique

L'histoire géologique de la carrière de sables blancs de point kilométrique 26 (PK26) est étroitement liée à celle de la formation du sous-bassin de Douala qui débute au Crétacé inférieur. En effet, le sous-bassin de Douala est constitué de huit formations parmi lesquelles la Formation de Nkapa (Paléocène-Éocène) où la carrière se trouve. La description des affleurements constituant les corps sédimentaires de la carrière du PK26 montre qu'ils sont constitués de séquences au granoclassement positif renvoyant ainsi à des épisodes de transgression marine. En outre, cette sédimentation rythmique caractérisée par une succession de séquences positives permet de comprendre que les cycles sédimentaires auraient contribué à la mise en place des affleurements du PK26 (Figure 10.15).

FIGURE 10.15 | CARTE GÉOLOGIQUE DE LA ZONE DU PK26 (MINISTÈRE DES MINES, 1976).



L'affleurement de cette carrière est orientée O-E et présente dans l'ensemble une couleur blanche à la base et orange au sommet. Il s'étend sur environ 7 m de haut et présente six niveaux. Ainsi, de la base au sommet, on distingue (Figure 10.18) :

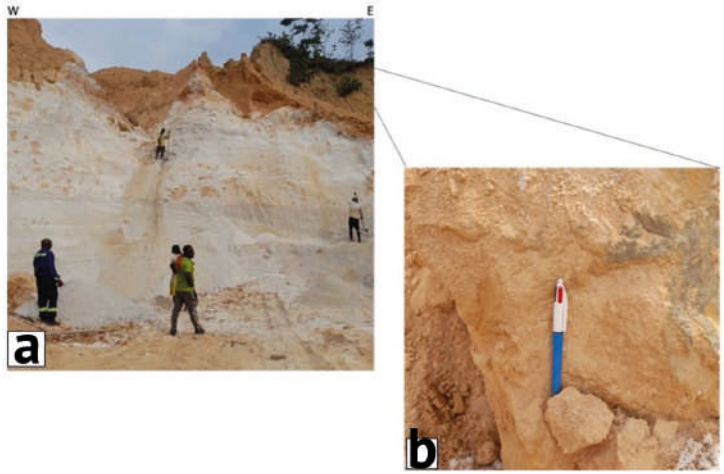
- À la base, se trouve une couche de sable à grain moyen blanc riche en quartz et épaisse d'environ 90 cm. Cette couche est marquée par une stratification oblique qui butte au sommet sur une limite nette de couleur noire d'épaisseur millimétrique ;
- Au-dessus de cette limite, affleure une couche horizontale de sable blanc à grains moyens et arrondis de 120 cm d'épaisseur avec des niveaux de sable argileux orange à grains arrondis. Ces sables sont également riches en quartz et sont limités au sommet par une surface nette ;
- Cette surface est recouverte par une couche de sable blanc fin de 30 cm d'épaisseur, riche en quartz, avec des niveaux de sable argileux orange en forme de bâtonnets étirés. Elle est marquée par une stratification oblique qui butte au sommet sur une surface d'érosion ;

- Au-dessus de cette surface d'érosion se dépose une couche de sable blanc grossier subhorizontale de 20 cm d'épaisseur. Cette couche est marquée par un niveau d'argile tendre de couleur blanche (kaolinite) et une surface d'érosion à son toit ;
- Succède une épaisse couche de sable fin d'environ 2,3 m avec des niveaux multiformes de sable argileux ;
- Au sommet de cette colonne lithologique se trouve une épaisse couche orange de sable argileux d'environ 3 m.

Des travaux récents supervisés par la Délégation régionale des Mines, de l'Industrie et du Développement Technologique pour le Littoral ont permis d'obtenir les résultats suivants (Bigambia et al., 2017 ; Mbengue et al., 2021) :

- Une teneur en eau de 1,46 % ;
- Un équivalent sable est de l'ordre de 97,3 % (norme NFP 18-598) ;
- Une distribution granulométrique de 0,2 % de 5 à 2 mm pour les particules grossières, de 77,8 % de 2 à 0,5 mm pour les particules moyennes et inférieures à 0,5 mm pour les particules fines (normes EN 933-1 et EN 933-2) ;
- Une teneur en silice de 98,53 %.

FIGURE 10.16 | (A) VUE D'ENSEMBLE DE L'AFFLEUREMENT ; (B) ÉPAISSE COUCHE DE SABLE ARGILEUX.



Par ailleurs, l'observation de nodules d'argile et de stratifications obliques sur ces affleurements laisse penser à un milieu de faible énergie de dépôt mais néanmoins agité (sédimentation fluvio-deltaïque ; Figure 10.17).

FIGURE 10.17 : PHOTOGRAPHIES DES DIFFÉRENTES COUCHES ET DES STRUCTURES OBSERVÉES SUR LA ZONE D'ÉTUDE. (A) STRATIFICATIONS OBLIQUES, COUCHES SÉDIMENTAIRES ET INTRUSIONS DE SABLES ARGILEUX ; (B) SABLES BLANCS GROSSIERS AVEC INTRUSION D'ARGILES BLANCHES.

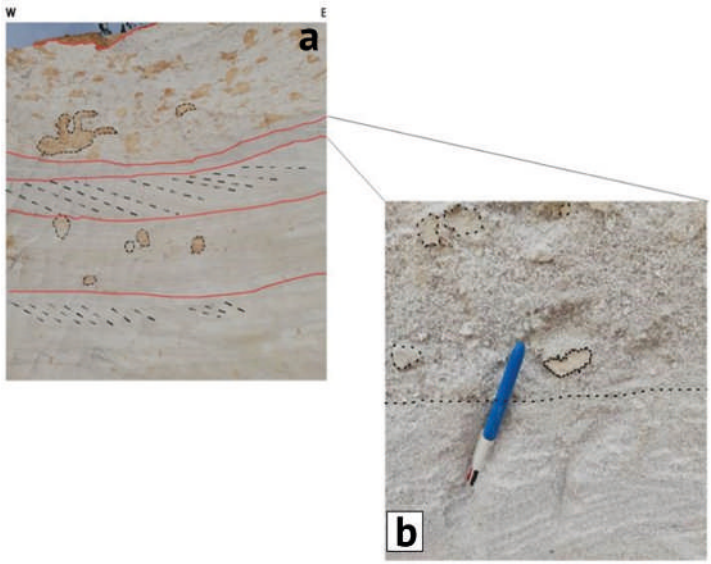
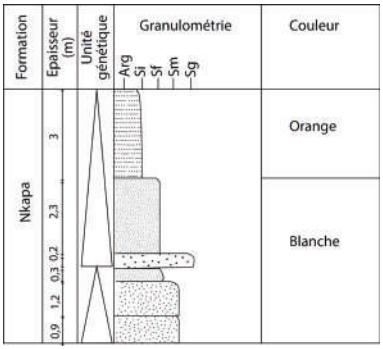


FIGURE 10.18 | LOG LITHOLOGIQUE DE L'AFFLEUREMENT DU PK26.



10.3.2. Méthodes d'extraction

L'extraction du sable siliceux blanc est assez simple et se fait à l'aide de pelles manuelles et parfois hydrauliques. L'extraction se fait en deux étapes :

- Le déblayage du sol qui consiste à retirer le recouvrement sablo-argileux, d'épaisseur moyenne (environ 3 m), afin d'atteindre le gisement de sable siliceux blanc.

L'utilisation d'une pelle excavatrice et d'un bulldozer sont nécessaires pour un déblayage rapide ;

- Une fois le recouvrement enlevé, les artisans commencent à retirer progressivement le sable blanc à l'aide de pelles manuelles. Cette étape peut se rapprocher de la méthode d'exploitation par paliers. Les artisans ont mis en place pour le moment un premier palier d'environ 6 m de hauteur et d'environ 10 m de longueur qui pose déjà un énorme problème de sécurité.

10.3.3. Méthodes de traitement

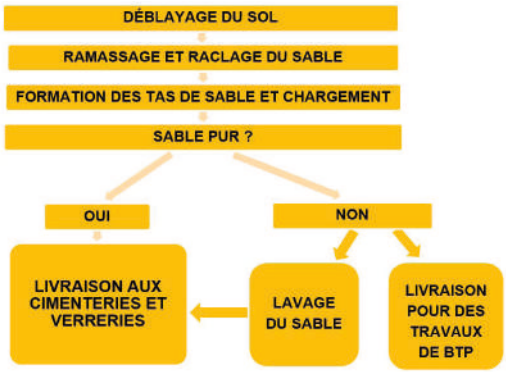
Le matériau extrait est ensuite acheminé vers des zones de stockage où il subira des traitements spécifiques à la commande et à l'usage définitif des clients. Par la suite, il sera chargé dans des camions de capacité de 20 t (camions de 10 roues) à destination des clients.

Le sable exploité à la carrière du PK 26 est principalement utilisé pour l'industrie cimentière, puis plus spécifiquement pour la fabrication du ciment colle ou pour la verrerie et pour le bâtiment.

La production est tributaire des commandes des clients et selon le secteur d'utilisation utilisant du sable.

Lorsque le sable est destiné à l'industrie cimentière, il subit en amont un lavage (sur le site de la carrière) dans un bac dit « bac de lavage », de forme rectangulaire et constitué d'une pellicule plastique jouant le rôle de couche imperméable. En effet, la plupart des cimenteries ne disposent pas de station de lavage. Ce lavage qui permet d'éliminer les impuretés du sable, est effectué en pompant l'eau du bac au moyen d'une motopompe. Il faut également noter qu'avant tout lavage, le sable est préalablement tamisé au moyen d'un crible de maille 2-3 mm.

FIGURE 10.19 | PROCÉDÉ DE L'EXPLOITATION ARTISANALE DE PK26.



10.3.4. Marchés, volume des ventes

Le sable est chargé à la carrière dans des camions de capacité de 20 t pour être livré aux différents clients. La production hebdomadaire moyenne de cette carrière est de 12 camions, soit une production mensuelle de 240 t.

10.4. DIFFICULTES DES EXPLOITANTS

10.4.1. Site de Pouma

Les difficultés, dangers et risques auxquels font face les artisans de la carrière de Song Mbila, et plus largement, les travailleurs de la « Pierre de Pouma » sont multiples : techniques, d'infrastructures, sécuritaires, environnementaux et administratifs. Lors de l'étape de déblayage du sol, les artisans effectuent parfois le travail en hauteur et ce malgré la topographie accidentée du site, les exposant à des chutes accidentelles. Le manque de certains équipements de protection individuelle (EPI), dont le casque, les gants et les chaussures de sécurité, exposent encore plus les artisans aux dangers du milieu extérieur : éboulements dus aux terrains instables, blessures causées par le travail rudimentaire, attaques d'animaux venant de la forêt autour du site. La principale difficulté dans l'extraction réside dans la méthode employée. En effet, l'usage d'une lame de fer et d'un marteau est très archaïque pour extraire de la roche. C'est une activité lente, épuisante et à faible productivité.

Les voies d'accès aux sites d'extraction sont les principales difficultés à déplorer. Les artisans transportent eux-mêmes le matériau manuellement, ce qui influe grandement sur la production.

La taille des roches ornementales est confrontée au coût élevé des machines de taille, au manque d'énergie électrique et au manque de personnel qualifié pour l'utilisation et la manutention des machines de taille. La manutention de ces machines est aussi l'une des causes des retards de production, certaines pièces quand elles sont disponibles sur le marché camerounais sont onéreuses. Par exemple, un disque diamanté coûte entre 50 000 et 100 000 FCFA.

La commercialisation et la vente de la Pierre de Pouma fait face à plusieurs difficultés :

- Sur le plan interne, on dénote une concurrence féroce et déloyale entre les artisans. Certains exercent sans autorisation d'exploitation et ne paient aucune taxe à l'État ;
- Sur le plan externe, le manque de regroupement en associations entre les différents artisans ne permet pas d'imposer des prix fixes et stables.

10.4.2. Carrière de sable siliceux

Comme la plupart des exploitations artisanales, la carrière de sable du PK26 dans la ville de Douala fait face à de nombreux défis : techniques, d'infrastructures, sécuritaires et environnementaux.

L'extraction du sable dans cette carrière se fait en l'absence quasi-totale d'EPI pour les travailleurs qui creusent sans aucune protection, ainsi exposés à de multiples dangers. Le principal risque est celui du glissement de terrain. En effet, le sable ayant un coefficient de friction faible (matériau meuble), le talus construit (> 6 m) est très peu stable. En l'absence d'EPI, les travailleurs proches du front du talus sont donc exposés à un risque qui est démultiplié.

Un autre risque latent présent sur le site est dû à l'inhalation de poussières de silice. Les travailleurs, encore plus ceux sans masque de protection et filtration de l'air, sont exposés à la silice cristalline dont le sable blanc qu'ils exploitent est riche (environ 98 %). L'inhalation prolongée de cette substance a pour conséquence de causer une inflammation des voies respiratoires appelée silicose, voire un cancer broncho-pulmonaire.

En outre, le travail des artisans à l'aide de pelles est lent et épuisant, pour une productivité faible et une plus grande exposition aux blessures et à d'autres dommages physiques.

Le lavage hydraulique du sable peut avoir des conséquences dramatiques sur l'environnement, bien que l'usage des bacs de lavage se soit répandu. Un bac de lavage de sable est essentiellement composé d'une pellicule plastique qui s'avère trop peu solide pour limiter le risque d'échappement des eaux de lavage chargées en impuretés et qui peuvent provoquer une pollution des sols et des cours d'eau. Ces sols servent de support à l'agriculture et les cours d'eau entrent dans la consommation des populations riveraines. Exposer les sols et les cours d'eau peut donc être néfaste pour ces populations.

La commercialisation : la carrière de sable du PK26 souffre d'un manque de visibilité, que ce soit par sa proximité avec la route ou de par des éléments signalétiques (pictogrammes) indiquant la présence de la carrière. De ce fait, la production de 12 camions de 20 t/semaine, soit 12 480 t/an, paraît assez faible par rapport à la demande croissante pour ce type de matériau par les industries de la ville de Douala et de ses environs.

Les voies d'accès : la mauvaise qualité de la route menant à la carrière constitue un lourd préjudice pour la production et l'évacuation rapide d'éventuel blessé de la carrière vers le centre de santé le plus proche.

10.5. RECOMMANDATIONS

10.5.1. Carrière de sable siliceux blanc

Sur l'extraction du sable : la mise en place d'un talus de 6 m de hauteur dans une carrière artisanale de sable (matériau meuble) est très dangereux au regard du risque de mouvement de terrain. Il serait donc plus judicieux de construire 2 voire 3 talus de plus faibles hauteurs et procéder à une exploitation par gradins afin de réduire le risque de mouvement de terrain. L'utilisation de pelles pour le ramassage, le raclage et le chargement du sable est très rudimentaire et peu productif. Il faudrait passer, à l'image de la pelle excavatrice utilisée pour le déblai du sol et la mise en place du talus, vers une mécanisation des travaux à travers l'utilisation de pelles chargeuses.

Traitement hydraulique du sable : cette phase est très sensible par rapport à la protection de l'environnement. Le bac de lavage présent dans la carrière ayant de nombreuses limites, la nécessite de le repenser est d'actualité. Pour ce faire, le bac de lavage devrait, non seulement être constitué d'un métal inoxydable ou d'un polymère d'une épaisseur pluri-centimétrique, mais aussi reposer sur une couche d'argile imperméable afin d'éviter des fuites des eaux de lavage. En plus de l'amélioration du bac de lavage, la carrière devrait disposer d'un système d'exhaure pour traiter les eaux de la carrière et les évacuer de façon appropriée.

La commercialisation du sable : la carrière doit tout d'abord mettre en place un système de traçabilité et de comptabilité des activités de la carrière à travers la construction d'un pont-bascule pour peser tous les camions sortants et d'un service de secrétariat et comptabilité de la carrière. En outre, la mécanisation des travaux de la carrière impliquera une augmentation de la production nécessitant de trouver et d'attirer une nouvelle clientèle, grâce à la mise d'une stratégie mercatique. Ceci pourrait débuter de façon élémentaire par la mise en place d'éléments signalétiques indiquant la présence de ladite carrière : panneaux de signalisation, conception de cartes de visite et de bons de réduction, création d'un site web, voire d'un forum de vente de sable de la carrière, etc. Dans la perspective d'une amélioration des activités de cette carrière artisanale semi-mécanisée, une étude technico-économique (Bigambia, 2017) a été menée et a démontré la rentabilité en cas de vente des différents granulats (sable, gravier, argile et silt) contenus dans cette carrière. En effet, pour un investissement de 242 000 000 FCFA, une production annuelle de 50 000 t, des charges annuelles de 33 704 000 FCFA, et des ventes annuelles de 250 000 000 FCFA, la carrière serait en mesure de dégager sur 2 ans, une valeur actuelle nette de 132 973 357 FCFA, un taux de rentabilité interne de 36 % et un délai de récupération des capitaux investis de 1 an et 8 mois.

Sur la sécurité et la santé des travailleurs. La mise à disposition d'EPI complets aux travailleurs devrait être l'urgence absolue pour cette carrière. Ces artisans sont au front et constituent la cheville ouvrière de cette exploitation. En cas de d'accident

léger, les travailleurs devraient pouvoir être pris en charge au sein de la carrière, passant par la mise en place d'une infirmerie entièrement équipée sur site et la présence effective d'un personnel soignant.

10.5.2. Carrière de roches ornementales de Pouma

Sur les équipements et appareils utilisés, il apparaît clair que les équipements d'extraction et de taille de la roche ne sont plus adaptés aux défis de production. Pour améliorer cela, un allègement des procédures de subventions accordées par le ministère en charge des Mines et un appui au secteur de la petite mine (grand pourvoyeur d'emplois) devrait être priorisé.

Sur l'extraction, l'utilisation d'une haveuse, qui est une machine d'abattage mécanique réalisant des saignées dans la roche, permettrait d'optimiser le volume et la qualité des matériaux extraits.

Les voies d'accès au site d'extraction : la commune de Pouma devra ouvrir les voies d'accès pour améliorer l'acheminement des matériaux extraits vers les sites de traitement.

Sur la sécurité des artisans : même si les artisans rencontrés à Song-Nlend assurent qu'ils utilisent des masques contre les poussières et pour filtrer l'air, il faut aussi noter que le port de tous les EPI par un maximum d'artisans réduit grandement les incidents sur les sites de production.

La régularisation des artisans : il incombe au ministère en charge des Mines au Cameroun, de non seulement sensibiliser les différents exploitants sur les avantages à se conformer à la réglementation minière et des sanctions encourues par les contrevenants en cas de non régularisation, mais aussi de les encadrer dans les procédures permettant de faire passer leurs carrières au stade d'exploitation non plus simplement artisanale, mais artisanale semi-mécanisée conformément aux articles 82, 171-2, 173-3 et 175-c de la Loi n°2016-17 du 14 décembre 2016 portant Code minier du Cameroun.

10.6. REFERENCES

Alzieu C., 1999. Dragages et environnement marin : état des connaissances. Integrated Marine Information System (IMIS), ISBN 2-84433-014-2, 223 p.

Bigambia B.L.C., 2017. Craftsmen extraction of eluvial sand by washing and its impact on the environment: case of the Picko quarry (PK26, Douala-Cameroon). Mémoire de fin d'études, Université de Dschang, 22 p.

Boukeke et al., 1994. Structures crustales d'Afrique Centrale déduites des anomalies gravimétriques et magnétiques : le domaine précambrien de la République Centrafricaine et du sud Cameroun, 278 p.

Cadre d'Appui et de Promotion de l'Artisanat Minier (CAPAM), 2021. Rapport sur la production artisanale de la pierre de taille dans la localité de Pouma (Département de la Sanaga Maritime, Région du Littoral Cameroun), 30-40.

Champetier de ribes G., Aubague M., 1956. Carte géologique de reconnaissance de Yaoundé-Est à 1/500 000. Notice explicative. Imp. Nat. Yaoundé, 35 p.

Gazel J., 1958. Géologie du Cameroun. In: Atlas du Cameroun. IRCAM, Yaoundé, 10 p.
Lawrence S.R., Munday S., Bray R., 2002. Regional geology and geophysics of the eastern Gulf of Guinea (Niger Delta to Rio Muni). Special section: West Africa. Lead Edge 21, 1112-1117.

Letouzey R., 1985. Notice de la carte phytogéographique du Cameroun à 1/50 000. Institut de la carte internationale de la végétation, Fasc, 241 p.

Maurizot et al., 1986. Étude et prospection minière du sud-ouest Cameroun au cours des derniers millénaires. Syn. des Trav. de 1978 à 1985. Rapport BRGM 85-CMR-066, 274 p.

Mester Z., 2012. Exploitation du quartzite à la station du Paléolithique moyen à Erd (Hongrie). Annales de l'Université Valahia Targoviste, Section d'Archéologie et d'Histoire, tome XIV(1), 7-18.

Muller J.-P. 1977. Microstructuration des structichrones rouges ferrallitiques des modelés convexes (Centre-Cameroun). Aspects morphologiques. Cah. ORSTOM, sér. Pédol. XV(3), 237-258.

Nguene F.R., Tamfu S.F., Loule J.P., Ngassa C., 1992. Palaeoenvironment of the Douala and Kribi/Campo sub-basins, in Cameroon, West Africa. Explor. Prod. Elf Aquitaine 13, 129-139.

Njike Ngaha P.R., 2005. Palynostratigraphie et reconstitution des paléoenvironnements du Crétacé de l'est du bassin sédimentaire de Douala (Cameroun). Thèse d'État, Université de Yaoundé I.

Nsangou et al., 2013. Contrôle géologique des unités morpho-tectoniques de la région d'Edéa-Eséka (SO Cameroun), Article, 3 p.

Ntamak-Nida M.J., Bourquin S., Makong J.C., Baudin F., Mpesse J.E., Itjoko Ngouem C., Komguem P.B., Abolo G.M., 2010. Sedimentology and sequence stratigraphy from outcrops of the KribiCampo sub-basin: Lower Mundeck Formation (Lower Cretaceous, southern Cameroon). J. Afr. Earth Sciences 58, 1-18.

Segalen P., 1967. Les sols et la géomorphologie du Cameroun. Cah. ORSTOM V(2), 137-187.

Sornin-Petit N., 1996. Analyse de l'évolution de l'exploitation des granulats siliceux marins en France métropolitaine. Mines et Carrières 78, 35-37.

Tadjou et al., 2009. Gravity analysis of the boundary between the Congo craton and the Pan-African belt of Cameroon. 9 p.

Tchameni R., Nsifa E., Mezger K., 1998. Recyclage crustal à l'Archéen supérieur dans le craton du Congo : cas des granitoïdes potassiques d'Ebolowa, groupe du Ntem. Géocam. Press. Univ. Yaoundé I, 339-350.

Tchouatcha M.S., Kouske A.P., Deaf A.S., Mioumnde A.P., 2021. Geochemical, mineralogical and sedimentological analyses of reworked sediments (new) in the syn- to post-rift Middle Cretaceous-Quaternary detrital deposits from western Atlantic margin of Cameroon: evidence from sedimentation-erosion alternation in the context of passive margin evolution. Acta Geochim 10, 1007.



11. Enjeux du secteur minier artisanal en Algérie et rôle de l'Agence du Service Géologique de l'Algérie

Par Hamza MOUCHENE et Sihem ADJOU
Agence du Service Géologique de l'Algérie (ASGA)

11.1. CONTEXTE GEOGRAPHIQUE DE L'ALGERIE

11.1.1. Démographie de l'Algérie

L'Algérie se situe en Afrique du Nord, elle est dénommée officiellement République Algérienne Démocratique et Populaire. Sa capitale Alger, est située au nord du pays. Avec une superficie de 2 381 741 km^2, il est à la fois le plus grand pays bordant la Méditerranée et le plus étendu de l'Afrique et du monde arabe. Il partage plus de 6 385 km de frontières terrestres avec la Tunisie au nord-est, la Libye à l'est, le Niger et le Mali au sud, la Mauritanie et le Sahara occidental au sud-ouest, et enfin le Maroc au nord-ouest.

En date du 1er janvier 2021, la population résidente a atteint 44 600 000 habitants. L'accroissement naturel enregistré durant l'année a atteint 756 000 personnes, soit un taux d'accroissement naturel de 1,71 %. Ce dernier continue sa tendance baissière enclenchée depuis 2017. Un recul de 0,22 point par rapport à l'année 2019 a été enregistré en 2020 (ONS, Janvier 2022).

11.1.2. Économie de l'Algérie

L'économie algérienne est principalement basée sur les hydrocarbures. Les hydrocarbures représentent 40 % du PIB, 94 % des exportations et un tiers des recettes fiscales. La hausse des prix des hydrocarbures contribue à renforcer la reprise de l'économie algérienne suite au choc de la pandémie (COVID-19).

Un excédent budgétaire est attendu en 2022 grâce à la hausse des recettes, à des dépenses moins élevées que prévu et à la diligence des politiques engagées. La croissance du PIB hors hydrocarbures devrait s'accélérer pour atteindre 3,2 % en 2022, contre 2,1 % en 2021.

L'Algérie recèle des potentialités énormes en matière de ressources minérales : or, fer, plomb, zinc, phosphates, métaux rares, sel, marbre, etc. Cette richesse peut contribuer considérablement au développement socioéconomique du pays. Malgré cela, le secteur minier n'a contribué qu'à hauteur de 1 % au produit intérieur brut (PIB) du pays (Tahar Chérif Z, PDG Manadjim El-Djazaïr Manal). Les perspectives du secteur minier algérien sont immenses. Le gouvernement veut accroître les capacités de production du secteur et sa contribution au PIB.

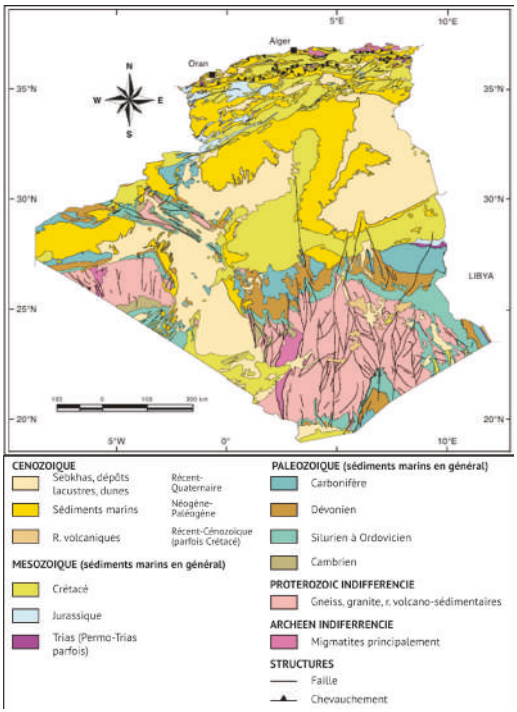
De ce fait, un plan d'action a été adopté pour redynamiser le secteur en l'inscrivant au cœur de la stratégie de diversification de l'économie nationale. Un programme de recherche et d'exploration minière composé de 26 projets ayant un coût avoisinant 5 milliards de dinars (> 30 M€) a été engagé en 2021. Cette nouvelle politique devra permettre la révision du cadre législatif du secteur minier, le développement et la modernisation de la cartographie minière, la concrétisation et le lancement de mégaprojets structurants, tels que la mine de fer de Gara Djebilet, les gîtes et gisements aurifères du Hoggar, le plomb et le zinc d'Oued Amizour (Béjaïa), le projet des phosphates de Bled El-Hadba qui essaimera sur plusieurs wilayas de l'est du pays (Tébessa, Souk Ahras, Skikda, Annaba).

L'activité d'exploitation artisanale de l'or en Algérie a permis la création d'au moins 2 500 emplois directs dans 121 micro-entreprises. Depuis le début de l'activité, 224 permis d'exploitation minière artisanale d'or ont été octroyés.

11.2. CONTEXTE GEOLOGIQUE DE L'ALGERIE

11.2.1. Carte géologique simplifiée de l'Algérie

FIGURE 11.1 | CARTE GÉOLOGIQUE DE L'ALGÉRIE (FABRE ET AL., 1978).



11.2.2. Brève description de la géologie de l'Algérie

Le territoire algérien comprend plusieurs domaines géologiques et structuraux, dans lesquels se sont mises en place des formations d'âges différents. Beaucoup d'entre elles recèlent des minéralisations de divers types constituant la richesse du pays. Ces domaines sont regroupés en deux grandes parties, septentrionale et méridionale.

Partie septentrionale

- **L'Atlas tellien**

C'est une chaîne située au nord du pays, connue pour sa complexité géologique, et subdivisée en trois domaines :

- **Le domaine interne.** Il comprend les massifs littoraux du socle constitués par des formations cristallophylliennes et sédimentaires peu ou pas métamorphisées. Sur ce socle repose une couverture sédimentaire appelée Dorsale Kabyle ou Chaîne calcaire. Ces calcaires affleurent le long du littoral algérien, entre les massifs du Chenoua, Alger, Grande et Petite Kabylie. La bordure méridionale de la Dorsale est impliquée dans des structures chevauchantes vers le sud ;
- **Le domaine des flyschs**. Ce domaine se subdivise en trois types de flyschs : Mauritaniens d'âge Crétacé, à caractère gréso-pélitique puis marneux ; Massyliens à dominante carbonatée, gréseuse et microbréchique datés du Crétacé à l'Oligocène ; et Numidiens de nature gréseuse d'âge Oligo-Miocène ;
- **Le domaine externe (nappes telliennes).** Il est constitué par un empilement de nappes de charriage à vergence sud. Leur matériel, d'âge Crétacé à Paléogène, est essentiellement marneux avec des récurrences calcaires et gréseuses. Elles se subdivisent en trois types à savoir : les nappes ultra-telliennes, les nappes telliennes au sens strict et les nappes péri-telliennes.

- **L'Atlas saharien au sens large**

Il est limité au nord par le front sud-tellien. Son remplissage sédimentaire est d'âge Méso-Cénozoïque, marqué par la tectonique alpine. Il constitue l'avant-pays de la chaîne alpine, composé des Hauts Plateaux, de la chaîne atlasique au sens strict et des bassins d'avant-pays.

- **Les Hauts Plateaux et la Méséta oranaise.** Il s'agit de blocs rigides comportant des structures plus ou moins tabulaires, avec des terrains d'âge Méso-Cénozoïque. La Méséta oranaise est située à l'ouest, tandis que les Hauts Plateaux se développent au centre et à l'est ;
- **L'Atlas saharien au sens strict.** Cette chaîne plissée est caractérisée par une histoire d'âge Méso-Cénozoïque, affectée par les événements de l'orogenèse alpine mais d'une moindre expression que l'Atlas tellien.

Partie méridionale

Son histoire géologique est plus ancienne.

• **La plateforme saharienne et les bassins sédimentaires**

Elle est située au sud de l'Algérie. Elle comprend un socle d'âge Précambrien sur lequel repose en discordance une puissante couverture sédimentaire très peu déformée, structurée au Paléozoïque en plusieurs bassins.

• **Le socle d'âge Archéen et Protérozoïque du Hoggar**

Le Hoggar affleure dans l'extrême sud du pays sur plus de 500 000 km2. Il appartient à la chaîne panafricaine édifiée au Néoprotérozoïque et se subdivise en grands domaines subméridiens (Occidental, Central et Oriental) séparés par des cisaillements et des décrochements lithosphériques et/ou d'anciennes sutures océaniques. Pour Black et al. (1994), ces domaines représentent des terranes, dont les lithologies et l'histoire tectono-métamorphique sont très différentes.

- **Le Hoggar occidental :** formé par la juxtaposition de trois grands compartiments, le terrane d'In Ouzzal formé de terrains granulitiques d'âge Archéen et Paléoprotérozoïque, le rameau occidental et le rameau central. Ces deux rameaux sont constitués de deux séries volcano-sédimentaires épaisses d'âge Néoprotérozoïque, intrudées par un plutonisme orogénique très développé. Ces séries reposent sur un socle gneissique du Paléoprotérozoïque inférieur ;
- **Le Hoggar central dit polycyclique :** où dominent les ensembles gneissiques du Paléoprotérozoïque inférieur (séries de l'Arechchoum et de l'Aleksod) recouverts en discordance par les séries volcano-sédimentaires d'âge Précambrien (Pharusien) (Arefsa, Aleksod et Sérouenout). Toutes ces séries sont affectées par la tectonique panafricaine ;
- **Le Hoggar oriental :** se caractérise par deux domaines. Le bloc Tafassasset-Djanet et la chaîne de Tiririne. Cette dernière, qui comprend une série détritique (pélites et conglomérats), est allongée le long de l'accident du méridien 8°30' et constitue une molasse post-orogénique. Le bloc Tafassasset-Djanet est constitué par un grand nombre de batholites de granitoïdes orogéniques intrusifs dans des séquences métasédimentaires. Le terrane de Djanet a été affecté par un évènement plus récent, entre 580 et 550 Ma (Fezaa et al., 2010).

• **Le socle éburnéen des Eglab**

Le massif des Eglab occupant la partie sud-ouest de l'Algérie, constitue la partie nord-orientale de la Dorsale Réguibat. Il représente la branche septentrionale du Craton Ouest-Africain. C'est un ensemble cristallin d'âge Éburnéen, stable depuis environ 2 Ga. Cette partie algérienne du Craton Ouest-Africain est formée de deux domaines : le Yetti à l'ouest et les Eglab à l'est, structurés par l'orogenèse éburnéenne (2,2-2,0 Ga). Cet ensemble cristallin montre plusieurs séries lithologiques d'âge Néoarchéen à Paléoprotérozoïque dominées par des dépôts de nature volcano-sédimentaire et des manifestations magmatiques. Les dépôts récents sont représentés par une carapace de calcrète silicifée d'âge Pliocène appelée Hamada et par les dépôts du Quaternaire (essentiellement ergs, regs et sebkhas).

• **La chaîne varisque de l'Ougarta**

La chaîne de l'Ougarta est située dans la partie occidentale de la plateforme saharienne. Elle est constituée par des formations volcano-sédimentaires (tufs et greywackes) et volcaniques (andé-sites, dacites et rhyolites) attribuées au Néoprotérozoïque et sur lesquelles repose en discordance une série plissée du Paléozoïque. Cette couverture du Paléozoïque correspond à une puissante accumulation terrigène et carbonatée, dont l'âge s'étale du Cambrien inférieur jusqu'au Carbonifère inférieur. Sur le plan structural, la chaîne de l'Ougarta est affectée essentiellement par l'orogenèse varisque qui se manifeste par le plissement de la série du Paléozoïque, suivant les directions NO-SE et E-O.

11.3. LA MINE ARTISANALE EN ALGERIE

Selon la Loi n°14-05 portant Loi minière du 24 février 2014, l'exploitation minière artisanale des gisements des substances minérales ou fossiles relève du régime des mines ou du régime des carrières et dont l'activité consiste à récupérer des produits marchands par des méthodes manuelles et traditionnelles (article 21).

Ainsi, le titulaire du permis d'exploitation minière artisanale de l'or en Algérie ne peut utiliser que des moyens et des outils susceptibles d'être manipulés manuellement (pelles, pioches, marteaux, marteaux perforateurs, etc.), afin de réduire au maximum, les stériles et les gangues. Des cordes et des seaux peuvent être utilisés pour ramener le minerai à la surface. Il est tenu de soumettre le mode et la méthode d'exploitation minière artisanale de l'or à l'Agence nationale des activités minières, pour approbation. La profondeur d'exploitation autorisée actuellement est de 5 m.

Actuellement, le ministère de l'Énergie et des Mines accompagne l'action de développement dans les régions du Grand Sud et un intérêt particulier sera accordé à la formation dans le domaine de l'exploitation des mines et carrières, sur des bases scientifiques, de sorte à garantir une exploitation rationnelle des ressources et selon une approche purement économique.

La formation spécialisée pour l'exploitation minière artisanale de l'or est assurée sur les sites en exploitation. Elle est dispensée par l'Institut Algérien des Mines en coordination avec le secteur de la formation et de l'enseignement professionnels et le ministère délégué chargé de la micro-entreprise.

Dans le cadre de la protection de l'environnement, la formation s'appuie sur des sessions théoriques et pratiques, de façon à assurer la préservation de l'environnement et de la biodiversité, par la réhabilitation des sites d'exploitation.

L'attribution du titre de l'exploitation minière artisanale ne peut se faire qu'après la formation dispensée par les centres de formation à la charge de l'État (entrepreneriat, hygiène, sécurité et environnement, droit et obligation de la Loi minière et cahier des charges).

Les micro-entreprises peuvent bénéficier de financement des PME (petites et moyennes entreprises), et dans le cas d'autofinancement, ces entités bénéficient de nombreux avantages fiscaux et parafiscaux.

11.4.1. Quelles substances exploitées en mine artisanale en Algérie ?

En Algérie, les activités d'exploitation artisanale ne concernent que l'or actuellement.

FIGURE 11.2 | SITE D'EXPLOITATION ARTISANALE DE L'OR.



11.4.2. Cadre législatif du secteur minier artisanal en Algérie

Le secteur minier artisanal est régi tout comme le secteur minier par la loi promulguée en 2014 (Loi n°14-05 du 24 février 2014) et l'Arrêté du 13 Moharram 1442 correspondant au 1er septembre 2020 fixant le modèle du cahier des charges relatif aux conditions et aux modalités d'exploitation minière artisanale de l'or.

L'exploitation minière artisanale de l'or ne peut être effectuée qu'en vertu d'un permis d'exploitation minière artisanale délivré par l'Agence nationale des activités minières, conformément aux procédures réglementaires en vigueur.

L'exploitation de la mine artisanale est régie principalement par :

- **Article 4 - Exploitation minière :** signifie soit l'exploitation de mines, soit l'exploitation de carrières, soit l'exploitation minière artisanale, et est un ensemble constitué par les réserves extraites et préparées et les substances minérales ou fossiles abattues, les infrastructures au sol et dans le sous-sol, les ouvrages ainsi que les installations au sol et dans le sous-sol, les bâtiments, les équipements, les outils et les stocks, ainsi que tous les éléments incorporels qui s'y rattachent ;
- **Article 21 :** l'exploitation minière artisanale des gisements de substances minérales ou fossiles relevant du régime des mines ou du régime des carrières et dont l'activité consiste à récupérer des produits marchands par des méthodes manuelles et traditionnelles ;
- **Article 66 :** sous peine de nullité, les permis de recherche minière, les permis d'exploitation minière artisanale ainsi que les permis de ramassage, de collecte et/ou de récolte de substances minérales, relevant du régime des carrières se trouvant en l'état à la surface du sol, ne peuvent faire l'objet de cession ou de transfert, partiel ou total ;
- **Article 69 :** les permis d'exploitation minière artisanale et les permis de ramassage, de collecte et/ou de récolte de substances minérales relevant du régime des carrières peuvent être délivrés à toute personne physique ou morale algérienne ;
- **Article 108 :** le permis d'exploitation minière artisanale est délivré après paiement du droit d'établissement d'acte, pour une durée qui ne peut excéder cinq (5) ans avec possibilité de renouvellements successifs chacun d'une durée inférieure ou égale à deux (2) ans ;
- **Article 128 :** tout demandeur d'un permis d'exploration minière, d'un permis d'exploitation minière artisanale, ou d'un permis de ramassage de collecte et/ou de récolte de substances minérales relevant du régime des carrières, doit joindre à sa demande une notice d'impact de l'activité minière sur l'environnement ;
- **Article 134 :** sont soumis à une redevance exigible au titre de l'exploitation des substances minérales ou fossiles extraites de gisements terrestres ou maritimes, les titulaires de permis d'exploitation de mines, de permis d'exploitation de carrières et de permis d'exploitation minière artisanale.

La Loi minière prévoit une surveillance en continu (accompagnement et contrôle) des exploitations minières. Plusieurs documents sont exigés : l'étude d'impact sur l'environnement (avant et après l'exploitation), plan de gestion environnemental, l'étude des risques et de danger, audit environnemental annuel, plan de restauration et de remise en état.

Dans le cadre du contrôle des activités minières, il a été mis en place une structure d'ingénieurs assermentés dénommée Police des Mines chargée :

- D'assurer le respect des règles et normes propres à garantir l'hygiène, la sécurité et les conditions d'exploitation selon les règles de l'art minier ;
- De contrôler le respect des règles de l'art minier ;

- De contrôler les techniques de mise en œuvre des substances explosives ;
- De contrôler et vérifier les déclarations de la redevance établie par le titulaire du permis minier ;
- De contrôler la mise en œuvre des plans de gestion de l'environnement ;
- D'organiser et contrôler la restauration des sites miniers ;
- De suivre et contrôler l'utilisation de la provision pour la restauration et la remise en l'état des lieux.

11.4.3. Degré d'organisation des artisans-mineurs

L'activité d'exploitation artisanale de l'or en Algérie, est exercée dans un cadre réglementé et organisé et avec des mécanismes incitatifs en faveur des microentreprises (constituées d'un gérant et d'associés employant 10 à 50 manœuvres mineurs), à même de générer des emplois et de la résorption du chômage.

Le titulaire du permis d'exploitation minière artisanale de l'or doit aussi déclarer et expédier toutes les quantités extraites, enlevées et récupérées de minerai d'or, de paillettes d'or et de l'or natif, au comptoir de l'or, mis en place à cet effet auprès de l'Entreprise d'Exploitation des Mines d'Or (ENOR) qui est une entreprise publique. Le titulaire du permis d'exploitation artisanale de l'or est lié à l'ENOR par un contrat commercial assurant les intérêts des deux parties et d'un cahier des charges.

L'ENOR a procédé à la mise en place d'une organisation au niveau de ces comptoirs qui reportent quotidiennement le flux d'information sur support papier (registre) et numérique pour gérer l'opération de bout en bout. Il est procédé au pesage, à l'échantillonnage, aux analyses, aux bons de commande d'achat et de traitement du minerai pour extraction de l'or. Les comptoirs de l'ENOR disposent de tous les équipements nécessaires depuis la réception du minerai, jusqu'à la transformation en produit fini (lingot d'or). On note que l'entreprise a négocié et signé, jusqu'au 31 décembre 2021, des contrats commerciaux avec 121 microentreprises.

Depuis le démarrage de l'activité artisanale de l'or, 10 843 tonnes de minerai aurifère ont été extraites et livrées aux comptoirs par les microentreprises jusqu'au 31 décembre 2021. La teneur des minerais extraits par les microentreprises varie de 1 à 50 g/t avec une moyenne actuelle de 8,5 g/t.

FIGURE 11.3 | (A) ARRIVAGE DU MINERAI AURIFIÈRE AU COMPTOIR DE L'ENOR ; (B) CONCASSAGE DU MINERAI AURIFÈRE ; (C) DÉCHARGEMENT DU MINERAI AURIFÈRE ; (D) PESAGE DE MINERAI BRUT ENTRANT AU COMPTOIR DE L'ENOR.



11.4.4. Rôle de l'Agence du Service Géologique de l'Algérie pour accompagner le secteur minier artisanal

En Algérie, l'Agence du Service Géologique de l'Algérie (ASGA) est instituée par l'article 37 de la Loi n°14-05 du 24 Février 2014, portant Loi minière. Elle est dotée de la personnalité juridique et de l'autonomie financière, elle est chargée de la gestion de l'infrastructure géologique, qui selon l'article 23 de cette loi, se compose : des travaux d'infrastructure géologique et géophysique, de l'inventaire minéral et du dépôt légal de l'information géologique.

Le secteur des mines contribue à la diversification de l'économie nationale par la relance de l'exploration et de l'exploitation des richesses minières nationales. À ce titre, l'ASGA qui est une institution chargée de l'information technique met à la disposition des opérateurs économiques, des institutions publiques et des décideurs l'information géologique de base du sol et du sous-sol de tout le territoire national, relative à la cartographie géologique, aux ressources minérales et aux aléas géologiques notamment les glissements de terrain, etc.

La diffusion de l'information géologique se fait à travers la banque nationale de données géologiques mise à la disposition du public, visible sur le site web de l'Agence où il suffit d'un clic pour lancer des requêtes et obtenir l'information demandée. L'ASGA dispose également d'une Bibliothèque des Sciences de la Terre (BST) qui contient plus de 70 000 ouvrages. La BST est régulièrement enrichie par l'acquisition de nouveaux ouvrages, l'abonnement à diverses revues géoscientifiques internationales et à travers les échanges documentaires avec plus de 150 organismes étrangers. Des bases de données et des publications dont les cartes géologiques, cartes thématiques, mais aussi des revues éditées par l'ASGA (Bulletin du Service Géologique de l'Algérie et la collection des mémoires du Service Géologique de l'Algérie) sont mises à la disposition des chercheurs, des opérateurs et des investisseurs.

En définitive, l'ASGA doit accompagner les opérateurs publics et privés, les investisseurs et les décideurs dans leurs projets en mettant à leur disposition une information fiable et actualisée.

11.4. ENJEUX ENVIRONNEMENTAUX ET SANITAIRES LIES A LA MINE ARTISANALE

Les activités d'extraction du minerai et du stérile sur les sites d'exploitation minière artisanale de l'or sont menées dans le strict respect des normes et conditions prévues dans la Loi minière. Elles sont tenues par la mise en œuvre des règles de l'art minier, de la protection de l'environnement, de l'hygiène, de la santé et de la sécurité au travail.

En cas de réalisation de puits, tranchées ou galeries, l'enfoncement vertical ou horizontal ne doit pas dépasser 5 m, tenant compte des exigences de sécurité prévue par la réglementation en vigueur.
Le titulaire du permis d'exploitation minière artisanale de l'or doit :

- S'interdire d'utiliser des substances explosives et produits chimiques comme le cyanure et le mercure, etc. ;
- Remettre en état et réhabiliter les points exploités.

FIGURE 11.4 | FOSSE CREUSÉE POUR L'EXPLOITATION ARTISANALE DE L'OR.



11.4.1. Impact sur l'eau

Le cahier des charges relatif aux conditions et aux modalités d'exploitation minière artisanale de l'or ainsi que la Loi minière algérienne ont pris en charge la protection de l'environnement et les impacts qui peut être générés par l'exploitation minière artisanale. Suite à l'interdiction de l'utilisation des produits chimiques (cyanure et mercure), l'impact sur la pollution de l'eau est limité.

11.4.2. Impact sur la déforestation

L'octroi de tout permis minier d'exploitation sur un périmètre donné ne peut se faire qu'après l'avis favorable de l'administration locale (Direction des Forêts, Direction de l'Hydraulique et Direction de l'Environnement).

11.4.3. Impact sur le paysage

L'extraction de l'or engendre la dégradation des sols, la pollution de l'air par la poussière, aussi, le titulaire du permis d'exploitation minière artisanale de l'or est tenu de remettre en état et de réhabiliter les points exploités.

La Loi minière algérienne en vigueur a pris en charge l'impact sur le paysage. Des comptes séquestres sont alimentés par les entreprises en vue de réhabiliter le site exploité.

11.4.4. Impact sur la santé

Les sites d'extraction sont souvent isolés dans le désert et ne disposent pas de centre de santé ou de personnel médical. Les blessés et les malades doivent parcourir de longues distances dans des conditions difficiles pour rejoindre un centre de soins. L'inhalation de poussières engendrée par l'exploitation peut être à l'origine de nombreuses pathologies comme la rhinite, la sinusite, ou des manifestations broncho-pleuro-pulmonaires.

Suite à l'interdiction de l'utilisation des produits chimiques et conformément au cahier des charges qui prévoit le port des équipements individuels de sécurité, aucune maladie n'a été enregistrée.

Le titulaire de titre minier est tenu de respecter ce qui suit :

- Le concassage et le traitement par la microentreprise est strictement interdit, seuls les comptoirs de l'or sont habilités à faire ces traitements.

11.5. ENJEUX SOCIO-ECONOMIQUES LIES A LA MINE ARTISANALE

11.5.1. Rôle des femmes

La Loi algérienne ne fait aucune différence entre l'homme et la femme dans le cadre de la mise en œuvre des politiques publiques, de commerce, industrielle et minière, etc.

Le travail des enfants est strictement interdit par la loi Algérienne.

11.5.2. Rôle des agriculteurs, éleveurs et artisans-mineurs locaux

Les zones où sont attribués les permis d'exploitation artisanale sont loin des périmètres agricoles.
En règle générale, les dossiers de demande de permis d'exploration ou d'exploitation minière sont soumis au préalable aux services de l'Administration locale (wilaya) pour enquête et avis avant attribution.
Les conséquences de l'exploitation minière ne doivent pas induire des impacts néfastes sur :

- Le potentiel agricole ;
- Le patrimoine archéologique ;
- Le paysage ;
- L'aménagement du territoire et son adaptation à la période après-mine ;
- Les points d'eau.

Un inventaire des risques est préalablement établi afin d'assurer une réduction de l'impact qui puisse garantir un développement durable.

11.6. REFERENCES

Arrêté du 13 Moharram 1442 correspondant au 1er septembre 2020 fixant le modèle du cahier des charges relatif aux conditions et aux modalités d'exploitation minière artisanale de l'or.

Communiqué de presse n°22/396. Les services du FMI achèvent leur mission de consultations au titre de l'article IV en Algérie en 2022, le 21 novembre 2022, FMI.
Fezaa N., 2010. Géochronologie et géochimie du magmatisme panafricain de Djanet et de son encaissant métasédimentaire (Hoggar Oriental, Algérie). Conséquences géodynamiques. Thèse doctorale, Université des sciences et de la technologie Houari Boumediène, 327 p.

INDJAZAT n°54, Mai 2022. Magazine promotionnel des réalisations dans divers secteurs (Mines).

Loi n°14-05 du 24 Rabie Ethani 1435 correspondant au 24 février 2014 portant Loi minière algérienne.

Office Nationale des Statistiques (ONS), 2022. Démographie algérienne 2020, Publication n°949.



12. Enjeux du secteur minier artisanal au Burundi et rôle de l'Office Burundais des Mines et Carrières

Par Régis NIYONGABO et Moïse NDIHOKUBWAYO
Office Burundais des Mines et Carrières (OBM)

12.1. CONTEXTE GEOGRAPHIQUE DU BURUNDI

La République de Guinée est située en Afrique de l'Ouest et couvre une superficie de 245 857 km². Elle est limitée à l'ouest par l'océan Atlantique sur environ 300 km, au nord par le Sénégal et le Mali, au nord-ouest par la Guinée-Bissau, au sud par la Sierra Leone et le Libéria et à l'est par le Mali et la Côte d'Ivoire.

12.1.1. Démographie du Burundi

Le Burundi, « Pays aux mille collines », se situe en Afrique de l'Est, dans la région des Grands Lacs. Entouré par la Tanzanie à l'est, le Rwanda au nord, la République Démocratique du Congo à l'ouest, il est bordé par le lac Tanganyika au sud-ouest. Sa superficie est de 27 834 km² et héberge la source la plus méridionale du fleuve Nil. Depuis le 4 février 2019, sa capitale politique est Gitega et Bujumbura (ancienne capitale politique) est la capitale économique et la ville la plus peuplée du pays.

D'après le Recensement Général de la Population et de l'Habitat de 2008, la population de la République du Burundi était de 8 053 574 habitants dont 3 964 906 hommes et 4 088 668 femmes. Or, d'après les projections démographiques étendues jusqu'au niveau communal pour l'horizon 2010-2050 et réalisées par l'Institut de Statistiques et d'Études Économiques du Burundi (ISTEEBU, 2017), organe central de coordination technique du Système Statistique National (SSN), et avec l'appui technique et financier du Fond des Nations Unies pour la Population (UNFPA), la population burundaise est projetée à 12 837 742 habitants pour 2022. La densité était de 442 habitants/km² en 2020 avec un taux de croissance moyen de 4,4 % (ISTEEBU, Projections démographiques 2010-2050). Actuellement, l'Institut des Statistiques et des Études Économiques du Burundi (ISTEEBU) a changé de dénomination et porte le nom d'Institut National de la Statistique du Burundi (INSBU).

12.1.2. Économie du Burundi

L'économie burundaise est basée principalement sur l'agriculture et l'élevage. La production agricole se répartit entre les produits destinés à l'exportation ainsi que les cultures vivrières et génère la plupart des devises entrant dans le pays. Le secteur des mines constitue une composante non négligeable pour le développement socio-économique du Burundi. Sa contribution globale au budget de l'État s'élève à

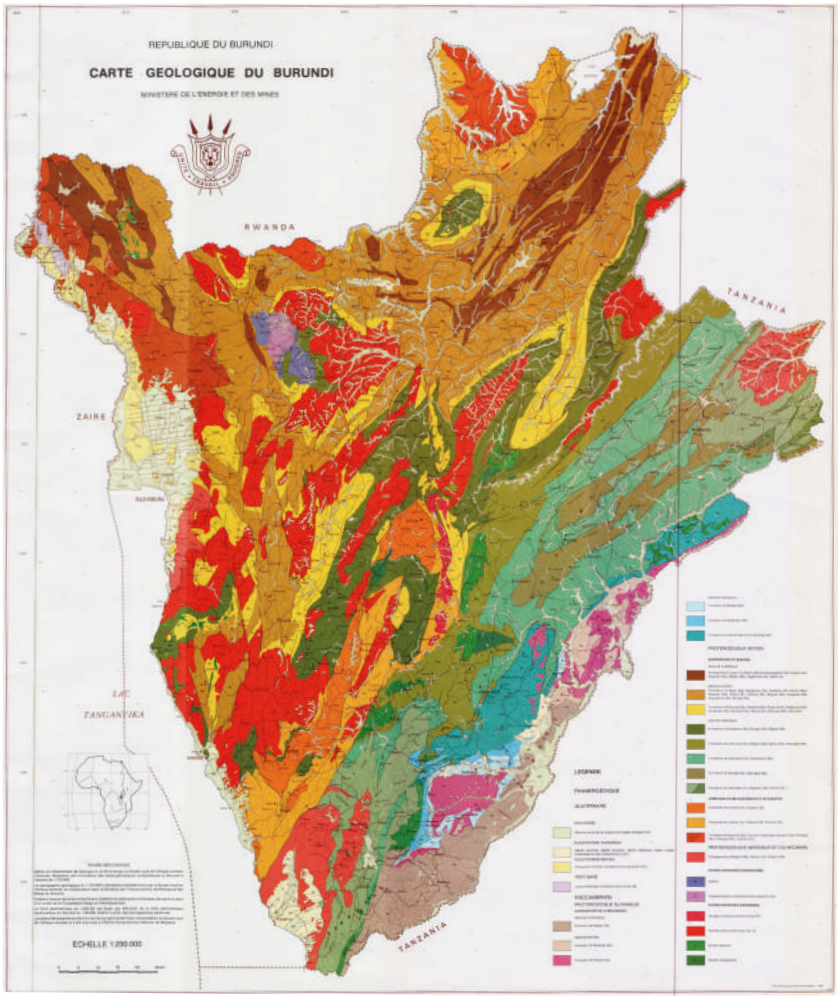
5 963 000 000 FBu (>2,6 M€) en 2016, 12 376 800 000 FBu (>5,5 M€) en 2017, 25 214 200 000 FBu (>11,2 M€) en 2018, 24 447 800 000 FBu (>10,9 M€) en 2019 et 17 280 600 000 FBu (>7,7 M€) en 2020 (ISTEEBU, Annuaires statistiques, 2021).

Ce secteur est caractérisé par une exploitation industrielle, semi-mécanisée et artisanale. L'industrie minière au Burundi est naissante (vers 2016). Actuellement, il y a 2 permis de recherche et 4 permis d'exploitation minière industrielle dont 2 pour l'or, 1 pour les terres rares et 1 pour les 3T (étain, tungstène, tantale) mais suspendu. Cette industrie représente environ 1 000 emplois directs, 3 000 emplois indirects et impacte autour de 30 000 personnes. Bien que la mine semi-mécanisée n'est pas encore prévue par la loi, trois sociétés opèrent de façon semi-mécanisée (2 pour les 3T et 1 pour l'or). Les exploitations artisanales comptabilisent 725 coopératives dont 89 pour les mines et 635 pour les carrières. Ces coopératives opèrent formellement avec 1 158 autorisations d'exploitation artisanale octroyées en 2021 dont 22 pour l'or, 115 pour les autres minerais et 1 021 pour les carrières (Rapports annuels d'activités des sociétés transmis à l'OBM, 2021). Elle compte environ 3 014 emplois directs. La mine artisanale impacte directement environ 70 000 personnes, et concerne indirectement 518 495 personnes.

12.2. CONTEXTE GEOLOGIQUE DU BURUNDI

12.2.1. Carte géologique du Burundi

FIGURE 12.1 | CARTE GÉOLOGIQUE DU BURUNDI À 1/250 000 (1990).



12.2.2. Brève description géologique du Burundi

Le Burundi est situé dans la partie nord-est de la province métallogénique Kibarienne, en Afrique centre-orientale. La chaîne Kibarienne est une ceinture orogénique d'âge Protérozoïque moyen, orientée NE-SO, située entre le craton du Congo à l'ouest et le craton de la Tanzanie à l'est (Figures 12.2 et 12.3).

FIGURE 12.2 | GÉOLOGIE DU BURUNDI ET CARTE DE LOCALISATION DES IUNDICES MINIERS.

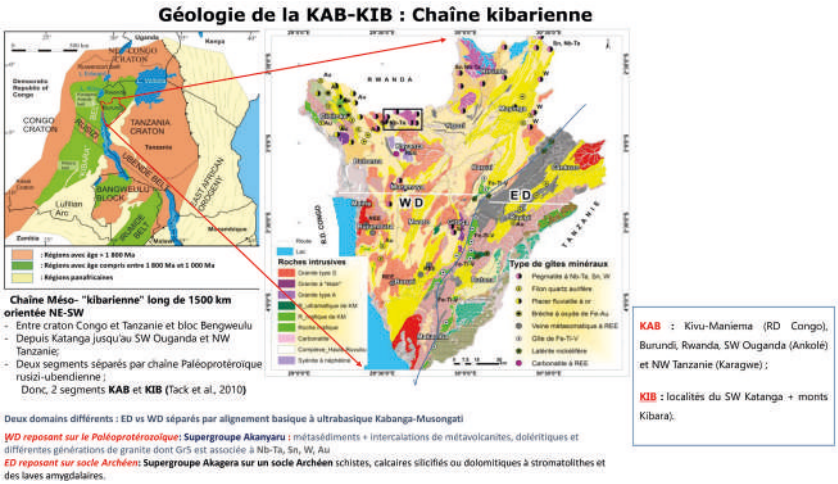
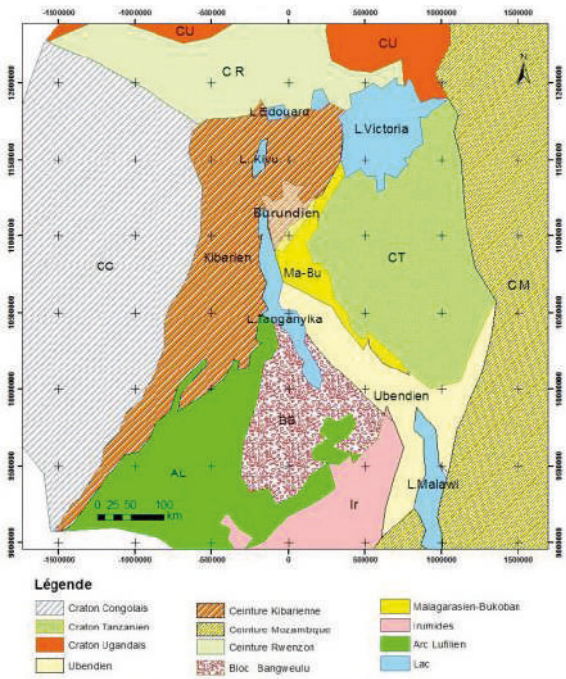


FIGURE 12.3 | SCHÉMA STRUCTURAL SIMPLIFIÉ DE LA CEINTURE OROGÉNIQUE KIBARIENNE.



Malgré sa surface réduite, le Burundi possède une géologie très variée. Hormis la couverture de dépôts meubles du Quaternaire qui remplissent les basses terres de l'Imbo à l'ouest et la dépression de Kumoso à l'est, le Burundi est formé de trois grands ensembles géologiques (Figure 12.2) :

- Le Supergroupe Anté-Burundien d'âge Archéen et/ou Protérozoïque inférieur ;
- Le Supergroupe Burundien d'âge Protérozoïque moyen ;
- Le Supergroupe Malagarasien d'âge Protérozoïque supérieur.

De tous les ensembles géologiques du Burundi, le Supergroupe Burundien est le plus important. Il occupe environ 90 % du territoire (~25 050 km²) et héberge tous les indices minéralisés connus au Burundi. Les autres ensembles partagent le reste du territoire, soit environ 5 % pour le Supergroupe Malagarasien (environ 1 392 km²), 3 % pour le Supergroupe Anté-Burundien (environ 835 km²), et 2 % pour le Quaternaire (environ 557 km²).

Le Supergroupe Anté-Burundien : Complexe Archéen

Le Complexe Archéen affleure au sud-ouest et au nord-est du pays. Il est composé de roches ayant subi une évolution tectono-métamorphique complexe. Il s'agit essentiellement de migmatites et de gneiss granitiques qui contiennent localement des intercalations d'amphibolites et de métaquartzites.

Le Supergroupe Burundien

Le Protérozoïque moyen, localement appelé le Burundien, repose directement sur le socle d'âge Archéen et recouvre la majeure partie du pays. Le Burundien appartient à la chaîne Kibarienne qui s'étend du Katanga (Shaba) à l'Ouganda en passant par l'est du Congo, le Burundi et le Rwanda. Il est limité à l'est par les sédiments subhorizontaux peu ou pas métamorphisés appartenant au Protérozoïque supérieur. Il compte trois formations à savoir :

- **Le Groupe inférieur :** il affleure essentiellement dans la partie orientale du Supergroupe Burundien et se caractérise par des roches sédimentaires à dominante pélitique, avec des intercalations de quartzites, grès et siltites (Pohl, 1994) ;
- **Le Groupe Moyen :** il est caractérisé par des roches clastiques arénacées affleurant principalement dans la partie occidentale du Supergroupe Burundien ;
- **Le Groupe Supérieur :** il affleure dans la partie septentrionale du Supergroupe Burundien et apparaît uniquement dans les structures synclinales majeures. Ses unités inférieures se composent de roches sédimentaires clastiques plutôt immatures avec une discordance angulaire marquée, à leur base, par des conglomérats grossiers à galets de quartz (Pohl, 1994).

Le Supergroupe Malagarasien

Le Malagarasien, d'âge Protérozoïque supérieur, affleure dans la partie sud-est du Burundi, entre le Supergroupe Burundien et le craton Tanzanien. Le Malagarasien se trouve être l'équivalent du Bukoba de Tanzanie ou du Katangien de la République

Démocratique du Congo (Pohl, 1994). Le Malagarasien est constitué de roches à faible métamorphisme (faciès schistes verts) comprenant des grès, des quartzites, des conglomérats, des roches carbonatées, des basaltes, et des calcaires dolomitiques.

Également, ce Supergroupe est affecté par des failles de type radial responsables de l'effondrement de la région de Kumoso et de la disposition en relief des massifs du Nkoma et de Kavumwe (Tack et Thorez, 1989). L'échelle stratigraphique du Malagarasien a été établie en 1975 par Waleffe et modifiée par Cahen et al. en 1984, et comporte trois groupes :

- **Le Groupe inférieur :** il est constitué de roches sédimentaires siliceuses ;
- **Le Groupe moyen du Supergroupe Malagarasien :** il est formé par des roches carbonatées et des basaltes ;
- **Le Groupe supérieur :** il est formé par des roches silico-clastiques et des roches carbonatées.

Contrairement aux formations d'âge Archéen et Burundien, les roches du Malagarasien sont caractérisées, d'une part, par un degré de métamorphisme très faible, voire inexistant et, d'autre part, par une tectonique peu accentuée, qui ne s'exprime que par un léger plissement donnant lieu à des ondulations à grand rayon de courbure.

12.3. LA MINE ARTISANALE AU BURUNDI

Le secteur de l'exploitation minière artisanale de l'or (EAPO) occupe une place importante dans l'économie du Burundi. Ainsi, l'exploitation de l'or peut constituer une ressource importante pour le pays. En effet, par rapport aux autres substances qu'exporte le Burundi, l'or est la plus rentable. Ceci est démontré par les rapports du Département des Mines et Carrières avec les statistiques des exportations de minerais d'or, de coltan, de cassitérite et de wolframite sur la période 2000-2008, où pratiquement 93 % des revenus d'exportation en métaux burundais étaient constitués par l'or (Direction Générale de la Géologie et des Mines, Octobre 2013).

Le Code minier burundais à son Chapitre 1/Section 2/Article 2.10 définit l'exploitation artisanale de substances minérales comme étant « Toute opération non permanente menée en surface et jusqu'à trente (30) mètres de profondeur, utilisant des outils, des méthodes et des procédés mécaniques non industriels pour extraire et concentrer des substances minérales dans le but de les commercialiser sans que cette exploitation ne soit précédée de la mise en évidence d'un gisement » (Code Minier du Burundi, 2013).

Ces techniques d'exploitation artisanale conduisent à des pertes considérables de production. Pour le cas de l'or, les pertes peuvent atteindre 75 % du stock métal

pour un gisement alluvionnaire et 90 % pour un gisement de type filonien. Une des raisons est que les artisans mineurs ne prennent que les parties les plus riches du gisement. Cela peut même conduire à l'abandon total du gisement pour les années à venir (dit « écrémage » du gisement). Au Burundi, on constate ainsi que la production de ces EAPO est trop faible par rapport à ce qu'elle devrait être (Midende, 2010).

Cette exploitation artisanale est devenue un peu moderne avec l'utilisation des équipements importés comme les moulins, concasseurs, broyeurs, groupes électrogènes, motopompes, compresseurs, détecteurs de métaux, convoyeurs, machines de levage, tables à secousses, etc., mais également avec l'introduction des procédés chimiques de traitement (amalgamation au mercure et lixiviation au cyanure).

Pour sa partie formelle, les défis ne manquent pas pour ce domaine, notamment la création et le renforcement des capacités pour la gestion du mercure, des mesures pour faciliter la formalisation ou la règlementation, un faible niveau d'investissement en équipements pour améliorer les conditions de travail des orpailleurs, un commerce et une utilisation illicite de produits chimiques et d'explosifs.

Cependant, il s'avère indispensable de mettre en place des stratégies pour :
- Promouvoir la réduction des émissions et rejets de mercure et de l'exposition à cette substance ;
- Gérer les échanges commerciaux et empêcher le détournement de mercure;
- Éliminer les pires pratiques d'extraction minière ;
- Impliquer les parties prenantes dans la mise en œuvre et l'amélioration continue du plan d'action national ;
- Protéger les mineurs travaillant dans l'extraction aurifère artisanale et à petite échelle et de leurs communautés au mercure et les populations vulnérables notamment les enfants et les femmes en âge de procréer, en particulier les femmes enceintes contre l'exposition aux rejets de mercure ;
- Informer les mineurs travaillant dans les EAPO et enfin des stratégies supplémentaires incluant des mécanismes basés sur le marché.

12.3.1. Quelles substances exploitées en mines artisanales au Burundi ?
Les substances exploitées artisanalement au Burundi sont principalement l'or, la cassitérite, la colombo-tantalite (coltan) et la wolframite. En outre, sont exploités : kaolin, phosphates, calcaire, manganèse, titane, lithium, béryllium, plomb, tourmaline, bauxite, argile, moellons (ex. quartz, granite, syénite), latérite, sable, gravier, chaux, etc.

FIGURE 12.4 | (A) SITE D'EXPLOITATION ARTISANALE D'OR ; (B) OR RÉCOLTÉ SUR UN SITE D'EXPLOITATION ARTISANALE.



12.3.2. Cadre législatif du secteur minier artisanal au Burundi

Le secteur minier artisanal, tout comme le secteur minier dans sa globalité, est régi par des textes et des engagements internationaux, régionaux et des lois nationales. Sur le plan international, certains engagements ont été pris dans le cadre de la promotion de la bonne gouvernance dans le secteur des mines et carrières au Burundi :

- Ratification de la Convention de Minamata pour l'éradication de l'utilisation du mercure,
- Adhésion à la Conférence Internationale pour la Région des Grands Lacs (CIRGL) à travers l'Initiative Régionale contre l'exploitation illégale des Ressources Naturelles (IRRN) et l'ITRI Tin Supply Chain Initiative (ITSCI) qui est un programme pour des chaînes d'approvisionnement responsables en minerais.
- Inscription à l'Initiative pour la Transparence dans les Industries Extractives (ITIE) en cours.

Au plan national, le secteur minier est principalement régi par :

- La Constitution de la République du Burundi du 7 juin 2018 en son Article 35 ;
- La Loi n°1/21 du 15 octobre 2013 portant Code minier du Burundi et ses textes d'application ;
- La Loi n°1/12 du 22 septembre 2016 portant modification des articles 146 et 151 du Code minier.

État-membre de l'Organisation des Nations Unies, le Burundi veille également au respect des résolutions et des décisions adoptées par l'Assemblée Générale des Nations Unies en matière de gestion des produits chimiques, telle que la Résolution 44/226 sur « le trafic, l'élimination, le contrôle et les mouvements transfrontaliers des produits et déchets toxiques et dangereux » (MEAE, 2019).

Selon le Plan National de Développement (PND 2018-2027), le Gouvernement du Burundi a, dans son bilan, quelques réalisations dans le secteur minier notamment la mise en place d'un cadre légal et règlementaire, l'appui et l'encadrement des artisans mineurs, la facilitation au regroupement en coopératives, etc.

Outre ces textes qui lui sont spécifiques, l'exploitation minière reste soumise à certaines règles d'ordre général, notamment en matière de protection de l'environnement, de l'hygiène et de la sécurité, de la protection des enfants, etc.

12.3.3. Degré d'organisation des artisans-mineurs

Au Burundi, avec la promulgation des lois et textes d'application (Code minier en 2013 et Règlement minier en 2015), le secteur minier artisanal a connu un progrès avec la vulgarisation de ces textes pour encourager les artisans mineurs à se regrouper en coopératives et à exercer les activités d'exploitation selon la loi, d'où une forte organisation des acteurs.

Les artisans mineurs sont regroupés en coopératives et effectuent leurs travaux d'exploitation à l'aide d'outils rudimentaires. Très peu de coopératives commencent à introduire des équipements mécanisés et semi-mécanisés.

Le niveau d'investissement en équipements pour améliorer les conditions de travail des orpailleurs dans le secteur de l'artisanat minier burundais est une faiblesse. L'exploitation artisanale est possible après avoir obtenu une attestation de conformité environnementale et une autorisation d'exploitation délivrée par le ministère en charge de l'Hydraulique, de l'Énergie et des Mines.

En 2010, les Exploitations Artisanales et à Petite Échelle de l'Or (EAPO) étaient menées sur environ 67 sites d'orpaillage et entretenaient une part importante des artisans mineurs au niveau national. En effet, d'après une étude du Programme National de l'Union européenne, les effectifs des mineurs obtenus par extrapolation s'élèvent à environ 3 500. Il est dès lors visible que ces effectifs sont très importants par rapport au chiffre de 5 000 mineurs estimé pour tout le secteur minier (Midende, 2010). C'est donc dire que ces activités constituent une source de revenus non négligeable pour les communautés rurales et peuvent être un outil dans la lutte contre la pauvreté.

Jusqu'en 2013, les activités d'exploitation artisanale étaient exercées par les associations. Après la promulgation du Code minier en 2013, seules les coopératives et les sociétés sont autorisées à exercer des telles activités. On compte 13 autorisations valides en 2015, 40 en 2016, 87 en 2017, 120 en 2018, 140 en 2019, 123 en 2020 et 114 en 2021. Plus de 136 autorisations sont toujours valides en 2022 (OBM, 2022). Les acteurs du secteur se regroupent parfois en organisations sur site, en coopératives, en groupements, en associations locales d'orpailleurs et en chambre secto-

rielle des mines. Quant aux sociétés minières (TMB et AMB), elles opèrent industriellement mais leurs activités sont à l'arrêt. Une seule opère de façon semi-mécanisée dans le traitement des terrils d'or (Société de traitement des terrils d'or au Burundi, SOTB).

Sur les sites, les acteurs intervenant sont principalement : les ouvriers qui exécutent les différentes tâches manuelles ou manient les machines, les propriétaires de trous souvent en équipe de 10 personnes, les bailleurs qui financent les propriétaires de trous, les présidents des coopératives qui sont le plus souvent affiliés à un comptoir d'achat agréé, les encadreurs du site qui le gèrent, organisent les installations, assurent la sécurité et jouent le rôle d'arbitre en cas de litige entre les ouvriers, les fournisseurs de biens et de services.

Même si le domaine du secteur minier artisanal est bien structuré, aucun syndicat n'existe pour les orpailleurs. Ils se regroupent en coopératives, groupements et associations locales d'orpailleurs mais sont aussi représentés par la chambre sectorielle des mines et l'Association Burundaise des Consommateurs (ABUCO) œuvre au Burundi dans le secteur de l'artisanat comme la société civile.

FIGURE 12.5 | TRAITEMENT DU MINERAI AURIFÈRE AU VILLAGE DE MINEURS.



- Assurer le respect des normes sociales, de sécurité, d'hygiène, de travail, de production, de transport, de commercialisation et de l'environnement, en collaboration avec les autres institutions concernées ;
- Promouvoir les projets miniers, carriers et pétroliers ;
- Promouvoir les activités des entreprises minières publiques ou privées ;
- Contribuer au renforcement des capacités des exploitants artisanaux des mines et des carrières ;
- Procéder au recueil des données relatives à la production, à la transformation et à la commercialisation des produits miniers, carriers et pétroliers ;
- Proposer l'assiette de la redevance, assurer le recouvrement des recettes et contrôler les marchés conclus entre un titulaire de permis et ses sociétés affiliées en collaboration avec le ministère en charge des Finances ;
- Mener des analyses physico-chimiques dans le cadre de l'inventaire géologique, minier et des hydrocarbures ;
- Contrôler la production et des exportations.

L'Inspection Technique du Secteur des Mines, des Carrières et des Hydrocarbures a pour missions de veiller à l'application de la politique minière, du Règlement minier, du Code minier et d'assurer le suivi-conseil et le contrôle interne du fonctionnement de l'OBM, des concessions et des coopératives minières.

FIGURE 12.6 | INSPECTION D'UN SITE MINER ARTISANAL PAR LES CADRES DE L'OFFICE BURUNDAIS DES MINES ET CARRIÈRES.



12.4. ENJEUX ENVIRONNEMENTAUX ET SANITAIRES LIES A LA MINE ARTISANALE

L'Exploitation Artisanale à Petite Échelle de l'Or (EAPO) a une répercussion positive sur le développement du pays et la gestion rationnelle de la richesse minière. Cependant, l'exploitation de ces gisements a aussi des inconvénients sur les êtres vivants et l'environnement. Au-delà des mauvaises conditions de travail des mineurs, des conditions technologiques archaïques qui occasionnent des pertes dans les rendements, du non-respect des engagements pris relatifs à la réhabilitation de l'environnement, un autre problème très crucial est l'utilisation du mercure voire du cyanure qui menacent la santé des mineurs, des populations environnantes des EAPO et l'environnement.

Les activités d'exploitation, à cause de l'ouverture des excavations sont susceptibles d'entraîner un important déséquilibre de l'environnement naturel, en affectant la végétation locale, les habitats naturels et la vie animale dans la zone du projet. Les poussières dues aux travaux de décapage de terrains cultivables vont aussi contaminer la biodiversité (faune et flore) du milieu.

12.4.1. Impact sur l'eau

L'exploitation minière artisanale et à petite échelle détruit impitoyablement les ressources et leur biodiversité par la délocalisation des lits des rivières, la contamination des cours d'eau, la destruction des berges et de la pisciculture avec son écotone, la sédimentation des cours d'eau, la perturbation du drainage naturel, la destruction (en y accumulant les résidus) des zones humides cultivées, etc.

L'utilisation du cyanure comme réactif pour récupérer l'or dans les terrils ou la boue est un processus très efficient et rentable. Cependant, le cyanure est un poison puissant et très dangereux, toxique à très faible dose. Ainsi, au niveau des sites d'orpaillage, en cas de fissuration des bassins de cyanuration ou d'un mauvais traitement des résidus/rejets, les eaux très riches en composés cyanurés atteignent les nappes phréatiques par infiltration. Le cyanure est très soluble dans les eaux souterraines et sa mobilité dépend des paramètres hydrodynamiques des nappes, de la géologie et de la conductivité. Les effets sur la qualité de l'eau dans la zone du projet constituent l'impact le plus important (Nkurunziza, 2013).

L'utilisation du mercure pour amalgamer l'or contamine l'environnement des sites où cette opération est effectuée, essentiellement au méthylmercure. Sous cette forme, le mercure se trouve dans les eaux, le sol, les plantes qui l'absorbent et les animaux en particulier les poissons et même dans l'air. Il se bio-concentre dans les chaînes trophiques et en fin de compte finit ou finira par produire des maladies

chez l'être humain (notamment la maladie de Minamata, effets neurotoxiques) vivant dans les régions d'exploitation de l'or voire plus loin (MEAE, 2019).

12.4.2. Impact sur la déforestation

Les espèces autochtones sont essentiellement coupées dans les marécages et en général dans les zones humides des bassins versants. Les plantes-vestiges des versants et des vestiges de ligneux et herbes de la savane arborée sont coupées sans état d'âme. Point n'est besoin de dire que les boisements existants subissent la coupe pour des besoins de constructions de couverture de puits, de cabanes pour l'administration et la logistique ainsi que pour le soutènement des puits. D'où la destruction de la flore et de la microfaune suite à l'exploitation, la contamination de la végétation environnante et la perte des espèces comme Cyperus papyrus, Cyperus latifolius et d'autres plantes vivant dans ces écosystèmes fragiles.

12.4.3. Impact sur le paysage

L'air parvenu au niveau des sites devient pollué par différents polluants qu'il transportera vers les régions de sa trajectoire en commençant par les plus proches. Ces polluants sont les suivants :

- Vapeurs de mercure où l'amalgamation se fait (clandestinement) et selon l'assertion générale ces endroits existent et au niveau des comptoirs selon les responsables des sites ;
- Poussières : au niveau de tous les sites surtout les sites d'exploitation sur roche (colline) ;
- Fumées de combustion de gazole chargées en CO2 et autres gaz à effets de serre au niveau de presque tous les sites actifs à l'exception pour le moment de ceux de la province Ruyigi ;
- Gaz libérés lors du dynamitage qui lui aussi reste inavoué mais réel d'après l'avis général des personnes interrogées ;
- Acide cyanhydrique (HCN) provenant du processus de cyanuration à partir des sites exploités ;
- Fumées de combustion du bois contenant du furane et des dioxines lorsqu'on chauffe la roche pour la ramollir (MEAE, 2019).

On peut noter aussi :

- Le décapage du sol végétal et la perturbation de la structure du sol ;
- La modification du paysage par le creusement des puits ou des fosses d'exploitation ;
- La modification du paysage par l'accumulation des déchets d'exploitation ;
- Le risque d'érosion des sols ;
- La pollution du milieu par des déchets non biodégradables.

12.4.4. Impact sur la santé

Les activités d'orpaillage constituent une importante source de revenus pour les communautés rurales et peuvent être un outil dans la lutte contre la pauvreté. Cependant, l'exploitation de l'or comporte des impacts négatifs sur l'environnement, la santé humaine et animale et sur les ressources naturelles.
En effet, les activités des EAPO s'organisent dans un contexte d'insuffisance d'accès au service d'eau potable et d'hygiène avec la possibilité de transmettre des maladies liées à l'insalubrité.

La plupart des mineurs orpailleurs utilise le mercure pour récupérer par amalgame l'or. Ils procèdent ensuite au brûlage de l'amalgame à l'air libre ou dans les habitations. Ces procédés sont très dangereux pour la santé et l'environnement car tout le mercure est renvoyé dans la Nature (air, sol, cours d'eau, etc.) où il présente une pollution et des effets toxiques importants (Ministère de l'Environnement, de l'Agriculture et de l'Élevage MEAE, 2019).

Étapes d'exploitation du minerai d'or et leurs effets :

- Le séjour dans l'obscurité (noir) des puits pendant le creusage du minerai conduit à la réduction de l'acuité visuelle ;
- Le concassage et le transport de minerai vers la surface débouchent sur une fatigue chronique, des lombalgies, des arthralgies, des cas de hernies, des accidents ;
- L'absorption de fumées ;
- Le broyage expose les mineurs à l'absorption de poussières de minerai ;
- La non réhabilitation des puits favorise la collecte des eaux pluviales qui se transforment ainsi en gîtes de reproduction de moustiques vecteurs du paludisme ;
- Le chauffage de l'amalgame provoque les émissions de vapeurs de mercure qui se dissipe dans la Nature, contaminant ainsi l'air, le sol et l'eau avec beaucoup de possibilités d'être absorbées par l'être humain et de développer la maladie de Minamata.

Au Burundi, l'étude d'impacts des EAPO sur la santé a montré que les maladies les plus fréquentes sont celles faciles à diagnostiquer. Il s'agit notamment des affections nerveuses, des pneumopathies, de l'hypertension artérielle (HTA), des gastralgies, des diarrhées et parasitoses, des infections sexuellement transmissibles (IST/SIDA) et des violences sexuelles, des infections oculaires, des dermatoses, du paludisme, des crises d'épilepsie, etc.

Les grandes pathologies telles que les cancers, les effets neurologiques et d'autres troubles ne peuvent être diagnostiquées au niveau des centres de santé et de certains hospitaliers suite aux faibles capacités techniques.

La prise de conscience des risques inhérents de l'utilisation du mercure dans les EAPO est une étape importante vers la participation collective (toutes les parties

prenantes) non seulement au contrôle et à la maîtrise de l'utilisation du mercure, mais également à l'établissement du diagnostic, des mécanismes de prise en charge et de solidarité avec les malades et de mesures prévention.

Le risque de propagation des IST et du SIDA par la présence de travailleurs exogènes (ici considérés comme exceptionnels) sur le chantier. L'impact sera faible et peut être atténué par l'application de mesures adéquates. Le risque de conflit entre les populations résidentes et les ouvriers des chantiers pourra être réduit en privilégiant l'emploi de main d'œuvre locale. Le risque de perturbation des coutumes et des mœurs suite à la présence des travailleurs exogènes.

L'objectif du Plan d'Action National (PAN) est de contribuer à l'amélioration de la santé des mineurs orpailleurs par des interventions axées sur la maîtrise et le contrôle des effets de l'utilisation du mercure afin de transformer le secteur des EAPO en pilier du développement durable sans utiliser le mercure (MEAE, 2019).

12.5. ENJEUX SOCIO-ECONOMIQUES LIES A LA MINE ARTISANALE

12.5.1. Le rôle des femmes

Les femmes se retrouvent dans diverses catégories de travailleurs sur une exploitation minière. Elles sont soit parmi les ouvriers permanents ou les journaliers et dans certains cas sont des membres des organes dirigeants de ces coopératives. La très grande majorité des orpailleurs et toutes les personnes qui s'occupent des activités induites par l'orpaillage sont des hommes.

Les femmes participent autant à l'orpaillage, au broyage, et au tamisage qu'au commerce des biens et services. Elles dépendent des revenus que procure cette économie minière parallèle pour subvenir aux besoins de leur ménage et des personnes à leur charge. Le rôle des femmes dans la mine artisanale réside dans la préparation de la nourriture pour les artisans, dans la collecte d'eau utilisée dans la mine artisanale et dans le transport du minerai tout-venant jusqu'au lieu de lavage.

Très souvent, les femmes ne se lancent pas dans ce genre d'activités ou sont souvent considérées comme une population vulnérable au sein de l'exploitation artisanale de l'or au même titre que les enfants en bas âge, les femmes enceintes et les femmes allaitantes.

12.5.2. Le rôle des agriculteurs, éleveurs et artisans-mineurs

Avant d'exercer l'activité minière, la plupart des orpailleurs étaient soit des agriculteurs, des éleveurs, des commerçants, des artisans, des déscolarisés, soit des finalistes d'écoles du niveau secondaire général et/ou technique dans une moindre mesure. Les agents de l'administration publique ne sont pas aperçus dans l'activité d'orpaillage.

Les agriculteurs et les éleveurs voient leurs domaines convoités pour l'exploitation artisanale de minerais mais les mineurs artisans, avant de bénéficier d'une autorisation d'exploitation, sont obligés d'avoir un terrain/site d'exploitation par achat ou par location, ce qui contribue à la sauvegarde d'une bonne cohabitation de ces catégories de la population.

Elle peut donc constituer une occupation à temps plein, une activité parallèle génératrice de revenus ou bien une activité saisonnière pour compléter des revenus issus généralement de l'agriculture.

12.6. REFERENCES

Brinckmann J. et al., 2001. La géologie et la minéralisation primaire de l'or de la Chaîne Kibarienne, nord-ouest du Burundi, Afrique Orientale. E. Schweizerbart Science Publishers Johannesstr. 3AD-70176, p.195, Stuttgart, Germany.

Convention de Minamata sur le mercure. https://www.mercuryconvention.org/sites/default/files/2021-06/Minamata-Convention-booklet-Sep2019-FR.pdf

Fabre J., Jonquet B., Bronner G., 1978. Carte géologique du nord-ouest de l'Afrique. SNED, Alger.

ISTEEBU, 2017. Projections démographiques 2010-2050, Niveau national et local. https://www.isteebu.bi/wp-content/uploads/2020/05/Projections-d%C3%A9mographiques-2010-2050.pdf

MEAE, 2019. Plan d'Action National pour réduire et/ou éliminer l'utilisation du mercure dans l'Extraction Minière Artisanale et à Petite Échelle de l'or au Burundi (PAN).

Midende G., 2010. Les exploitations minières artisanales du Burundi.
Nkurunziza P., 2013. L'exploitation artisanale minière au Burundi. Évaluation de base.

Ntiharirizwa S., 2013. Le potentiel en ressources minérales du Burundi, nord-est de la ceinture Kibarienne, Afrique centre-orientale. Mémoire de maîtrise, Université de Laval.

Ntungicimpaye A., Tack L., 1992. Les métavolcanites intermédiaires àacides kibariennes du NO du Burundi. IGCP 255, Newsletter/Bulletin (4), 45-50.

Pohl W., 1992. Kibaran evolution and metallogeny in central Africa: a synthesis at the end of IGCP-Project 255. IGCP 255, Newsletter/Bulletin, 4-8.

Pohl W., 1994. Metallogeny of the northeastern Kibara belt, Central Africa. Recent perspectives. Ore Geology Reviews 9(2), 105-130.

Tack L., Thorez A., 1989. Carte géologique du Burundi, feuille Makamba. Échelle 1/100 000, S4/30-NE, S4/30-SE. Musée Royal Afrique Centrale, Tervuren.



13. Enjeux du secteur minier artisanal au Cameroun et rôle du Ministère des Mines, de l'Industrie et du Développement Technologique

Par Monique Béatrice MEYENA EKONGOLO
Cheffe de service de l'artisanat minier et de la petite mine. Ministère des Mines, de l'Industrie et du Développement Technologique (MINMIDT)

13.1. CONTEXTE GEOGRAPHIQUE DU CAMEROUN

13.1.1. Démographie du Cameroun

Le Cameroun est un pays d'Afrique Centrale, d'une superficie de 475 650 km^2. Il est situé au fond du golfe de Guinée, légèrement au-dessus de l'équateur, entre les lignes de latitude 2° et 13°N et les lignes de longitude 9° et 16°E. Au sud-ouest, la frontière maritime le long de l'océan Atlantique est de 420 km. Le pays est limité à l'ouest par le Nigéria, au sud par le Congo, le Gabon et la Guinée Équatoriale, à l'est par la République Centrafricaine, et au nord-est par le Tchad (Figure 13.1).

La population est d'environ 28 millions d'habitants, sa densité est de 58 hab./km^2. L'espérance de vie est d'environ 60 ans, le taux de natalité est de 35 ‰ et le taux de mortalité est d'environ 9 ‰.

13.1.2. Économie du Cameroun

Le produit intérieur brut (PIB) est de 38 352 M€ en 2021. Hormis le pétrole, la contribution du secteur minier dans le PIB reste marginale, inférieure à 1 %.

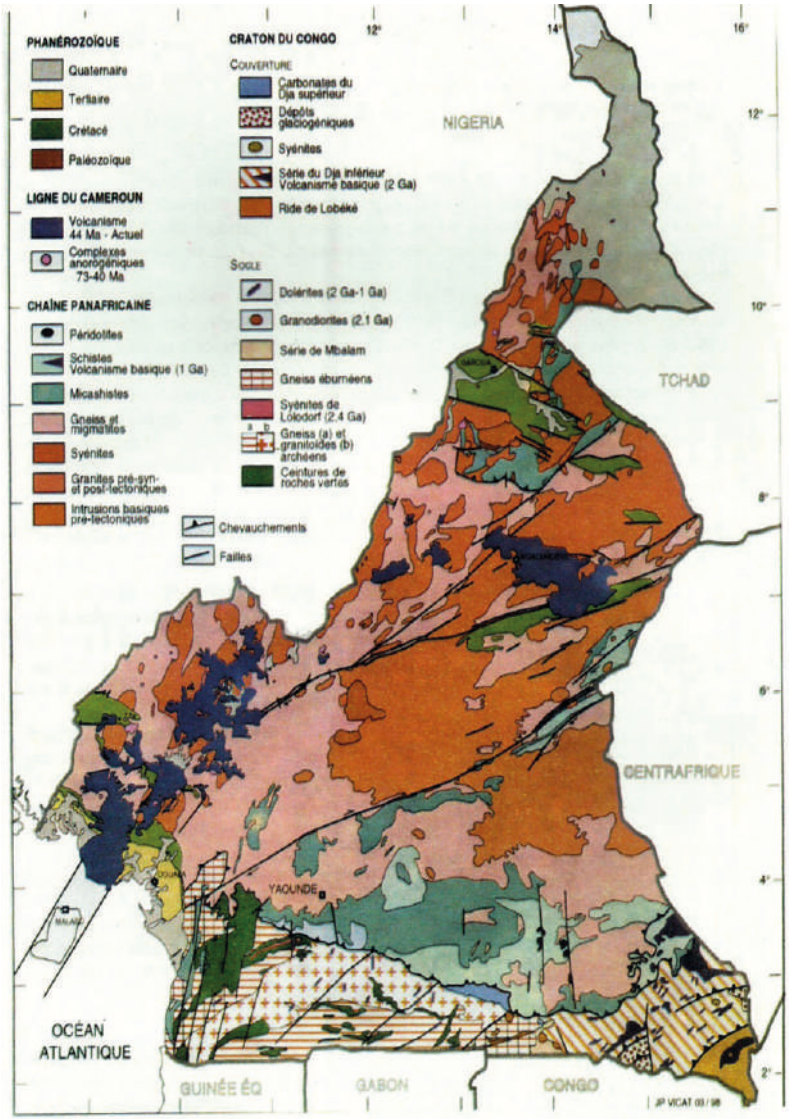
FIGURE 13.1 | CARTE DU CAMEROUN.



13.2. CONTEXTE GEOLOGIQUE DU CAMEROUN

13.2.1. Carte géologique du Cameroun

FIGURE 13.2 | CARTE GÉOLOGIQUE SIMPLIFIÉE DU CAMEROUN.



13.2.2. Brève description de la géologie du Cameroun Lithostratigraphie

Elle peut se résumer en quatre grands ensembles (Figures 13.3 et 13.4) détaillés ci-après.

- Le socle cratonique
- Le socle du Ntem d'âge Katarchéen à Archéen composé des unités du Ntem, du Bas Nyong et d'Ayina, marqué par les orogénèses libérienne et éburnéenne. Il se matérialise par les charnockites, les granulites, les amphibolites et les gneiss ;
- Le socle granitique polycyclique de l'Adamaoua affecté par les trois orogenèses libérienne, éburnéenne et panafricaine. C'est le domaine des granites alcalins et calco-alcalins, syénites, migmatites, diorites, gabbros et granodiorites.

- **La couverture**
- Séries métamorphiques paradérivées ou groupe de Yaoundé, localisées entre les socles du Ntem et granitique polycyclique de l'Adamaoua. C'est le domaine des paragneiss, micaschistes ; schisto-quartzites ;
- Formations sédimentaires d'âge Précambrien du Dja au sud-est du Cameroun. Zone de prédilection des grès conglomératiques arkosiques, tillites et roches carbonatées ;
- Formations sédimentaires d'âge post-Cambrien matérialisées par les formations superficielles (alluvions, éluvions, latérites) et les formations des bassins sédimentaires (bassins de Douala/Kribi-Campo, bassin de Mamfé, fossé du Mbéré, bassin de la Benoué, cuvette du Tchad, etc.) ;

- **Le complexe volcanique récent**

C'est un ensemble volcanique lié à la ligne du Cameroun. Il s'étend du Mont Cameroun au Mont Kapsiki au nord.

- **Les massifs plutoniques liés au magmatisme récent**

Ce sont les granites alcalins et les syénites de la ligne du Cameroun et du socle polycyclique de l'Adamaoua.

Contexte géologique des minéralisations

Le territoire camerounais est traversé par un couloir tectonique concentrant des gisements d'or, de diamant et même de saphir. D'une orientation SE-NO, ce couloir correspondant à des domaines de microclinisation, de granitisation et de volcanisme basique du socle cratonique, et s'étend du centre de la cuvette de la République Démocratique du Congo (RDC) au Nigéria en passant par la République Centrafricaine et le Cameroun.

Sur le territoire camerounais, ce couloir, large d'environ 200 km, se suit sur une longueur d'au moins 350 km et l'on peut noter plusieurs zones tectoniques transverses du SE vers le NO :

- La ride de Lobeké ;

- Le sillon de Yokadouma ;
- La série du Lom ;
- Le fossé de Mbéré ;
- Le sillon du Mayo Rey ;
- Le sillon de Figuil.

• Contexte géologique de la minéralisation de l'or

L'or a deux origines, une primaire et l'autre secondaire. Les concentrations aurifères primaires auraient été mise en place d'une part lors des activités magmatiques de microclinisation et de granitisation du socle cratonique tonalitique originel, et d'autre part pendant la genèse des formations métamorphiques paradérivées. Cet or primaire se trouve localisé dans des filons ou filonnets de quartz subhorizontaux, obliques ou verticaux.

L'or secondaire est quant à lui issu du démantèlement des filons et filonnets de quartz lié à l'érosion et à l'altération, puis se retrouvent sous la forme d'alluvions et/ou d'éluvions. À noter que l'or provient aussi du lessivage acide des anciens terrils.

• Contexte géologique de la minéralisation du diamant

Tout comme l'or, le diamant se distingue par une origine primaire et une secondaire.

En effet, la genèse primaire du diamant serait étroitement liée aux activités magmatiques alcaline, basique et ultrabasique engendrées par la fracturation profonde du socle cratonique tonalitique originel. Cette minéralisation primaire se matérialise par la présence d'une zonalité d'enrichissement originel en diamant le long du couloir tectonique qui diminue de puis la RDC vers le Nigéria.

Le diamant proviendrait secondairement des phénomènes d'altération, d'érosion, puis de transport et de dépôt au sein des grès conglomératiques de la Série du Dja inférieur et de celle schisto-quartzitique de Yokadouma.

• Contexte géologique de la minéralisation du saphir

Le saphir aurait une origine essentiellement secondaire car toutes les découvertes provenaient des formations sédimentaires d'âge Crétacé du bassin de Mamfé. Le contexte géologique des saphirs de la région de l'Adamaoua reste encore inconnu.

FIGURE 13.3 | CARTE DES INDICES MINÉRALISÉS DU CAMEROUN.

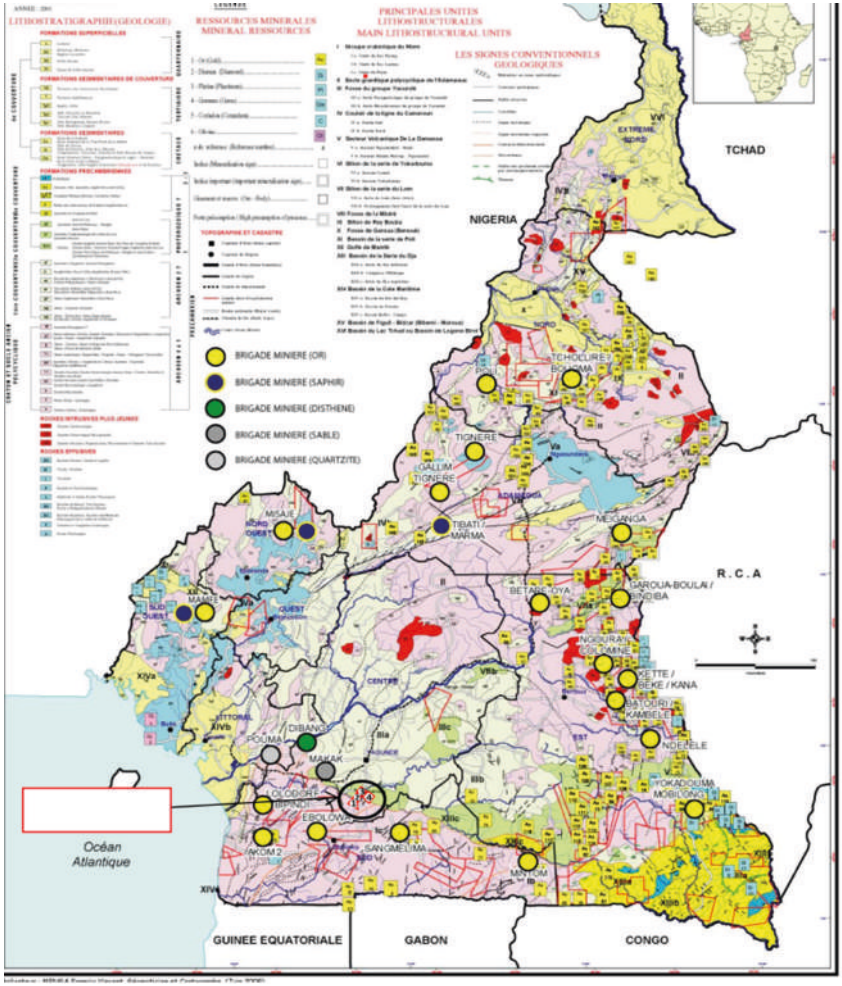


FIGURE 13.4. | CONTEXTES GÉOLOGIQUES DES MINÉRALISATIONS DU CAMEROUN.

SUBSTANCE	CONTEXTE GEOLOGIQUE	POTENTIEL MINIER
Or 140 cibles	Formations paradérivées	Nombreux indices : sillon de Yokadouma, Série du Lom, fossé de Mbéré, Série de Poli, sillon du Mayo Rey, sillon de Figuil
	Formations ayant connu les phénomènes de microclinisation et de granitisation	-Sous-unités lithostructurales (II1, II2, III3, III4 et III5) du socle ancien granitiques polycyclique de l'Adamaoua, situées entre les formations paradérivées -Unités du Bas-Nyong et de l'Ayina appartenant au complexe du Ntem -Intrusions de granitoïdes situées le long de la ligne du Cameroun
	Alluvions/éluvions issus du démantèlement des filons et filonnets de quartz. Lessivage acide des anciens terrils.	-//-
Diamant	Éluvions/alluvions et dépôt de grès conglomératiques de la Série du Dja inférieur	Boumba et Ngoko : bassins Lokom-Pandjele (Mobilong), bassin de Goboumo, bassin Monguele-Lobeke, bassin Bangué (Sud de Yokadouma),
	Lié à la mise sur pied socle granitique polycyclique de l'Adamaoua	Kadéï : Ketté, le long de la frontière centrafricaine, Batouri, Ndélele.
	Série schisto-quartzitique de haut Lom	Lom et Djérem, Garoua-Boulaï
Saphir	Formations sédimentaires du Crétacé du bassin de Mamfé	Nombreux indices: NO et S bassin de Mamfé (Mounaya et Nsanarakati) : réserves de graviers évaluées à 8304 g de saphir tout-venant et 2107 g de saphir gemme.
	Inconnue	Adamaoua, Faro et Déo (sites de Paro Lawel et Mayo Dankali), Djérem (site du Mayo Kewol), Mayo Banyo (site de Marma), Vina (site de Karang)

13.3. LA MINE ARTISANALE AU CAMEROUN

13.3.1. Quelles substances exploitées en mine artisanale au Cameroun ?

Au Cameroun, l'or, le diamant, le saphir et les substances de carrière sont les principales substances exploitées avec les méthodes artisanales et semi-mécanisées.

La recette totale générée par les activités de valorisation des substances précieuses et semi-précieuses (hormis le diamant) de 2016 à 2021, s'élève à 10,9 milliards FCFA (> 16,6 M€) soit (Figure 13.5) :

- 1,74 milliard FCFA (2,65 M€) en 2016 ;

- 2,18 milliards FCFA (3,32 M€) en 2017 ;
- 2,3 milliards FCFA (3,5 M€) en 2018 ;
- 1,5 milliard FCFA (2,29 M€) en 2019 ;
- 1,3 milliard FCFA (1,98 M€) en 2020 ;
- 1,8 milliard FCFA (2,74 M€) en 2021.

FIGURE 13.5 | RECETTE GÉNÉRÉE PAR LES ACTIVITÉS DE VALORISATION DES SUBSTANCES PRÉCIEUSES ET SEMI-PRÉCIEUSES. BA = BUREAU D'ACHAT ; BI = BIJOUTERIE ; UF =UNITÉ DE FUSION ; EX = EXPORTATION. LES DONNÉES SUR LES ACTIVITÉS DU SECTEUR DE LA BIJOUTERIE SONT COMPLÈTEMENT INCONNUES.

	2016	2017	2018	2019	2020	2021
Nb d'autorisation (source DR-MINMIDT)	511	300	28	16	95	41
Production (kg) (source CAPAM)	542,148	712,96	448,23	316,5	233,2	352,11
Nb BA	25	32	45	26	70	37
Nb BI	1	0	0	0	0	0
Nb UF	3	3	2	1	2	3
Nb EX	2	16	16	15	7	14
Quantité d'or exportée (kg)	2,35	29,7	35,2	33,25	21,13	86,42
Recette totale (en FCFA)	1 736 441 049	2 178 057 674	2 303 860 674	1 527 031 582	1 319 348 075	1 814 004 188

13.3.2. Cadre législatif du secteur minier artisanal au Cameroun

Lois et règlements

Le secteur minier artisanal au Cameroun est régi principalement par :

- La Loi n°2016/017 du 14 décembre 2016 portant Code minier ;
- La Loi n°96/12 du 5 août 1996 portant Loi-cadre relative à la gestion de l'environnement ;
- La Loi des finances fixant les droits de douane des substances minérales (10%) et le prix de l'or (18 500 FCFA/g soit 28,2 €/g).

Fiscalité minière

- Droits fixes
- Carte d'artisan : octroi (10 000 FCFA soit 15,2 €), renouvellement (20 000 FCFA soit 30,4 €) ;
- Carte de collecteur : octroi (25 000 FCFA soit 38,1 €), renouvellement (50 000 FCFA soit 76,2 €) ;
- Bureau d'achat : octroi (750 000 FCFA soit 1 143 €), renouvellement (1 250 000 FCFA soit 1 905 €) ;

- Unité de fusion : octroi (750 000 FCFA soit 1 143 €), renouvellement (1 250 000 FCFA soit 1 905 €) ;
- Certificat d'exportation : octroi (750 000 FCFA soit 1 143 €), renouvellement (1 250 000 FCFA soit 1 905 €) ;
- Bijouterie : octroi (750 000 FCFA soit 1 143 €), renouvellement (1 250 000 FCFA soit 1 905 €) ;
- Autorisation d'exploitation artisanale des substances minières : octroi (30 000 FCFA soit 45,7 €), renouvellement (50 000 FCFA soit 76,2 €) ;
- Autorisation d'exploitation artisanale semi-mécanisée : octroi (1 500 000 FCFA soit 2 286 €), renouvellement (3 000 000 FCFA soit 4 573 €) ;
- Autorisation d'exploitation d'une carrière artisanale : octroi (1 500 000 FCFA soit 2 286 €), renouvellement (2 000 000 FCFA soit 3 049 €).

- **Redevances proportionnelles**
- La taxe ad valorem est de 8 % pour les pierres précieuses, 5 % pour les métaux précieux et ceux de base et 10 % pour les substances radioactives et leurs dérivés ;
- La taxe à l'extraction est de 200 FCFA (0,3 €)/m^3 pour les matériaux meubles (argiles, galets, latérites, pouzzolanes, sables, etc.) ; 350 FCFA (0,53 €)/m^3 pour matériaux durs (pierres).

- **Prélèvement brute**
- L'État prélève un impôt synthétique minier libératoire de 25 % de la production brute de chaque site dans le cadre de l'exploitation artisanale semi-mécanisée des substances minérales ;
- L'exploitant artisanal semi-mécanisé dispose librement des 75 % représentant sa quote-part sans préjudice du paiement des autres impôts, droits et taxes dont il est redevable.

- **Redevances superficiaires**
- Autorisation d'exploitation artisanale : 10 FCFA (0,01 €)/m^2/an ;
- Autorisation d'exploitation artisanale semi-mécanisée : 50 FCFA (0,08 €)/m^2/an ;
- Autorisation d'exploitation d'une carrière : 25 FCFA (0,04 €)/m^2/an.

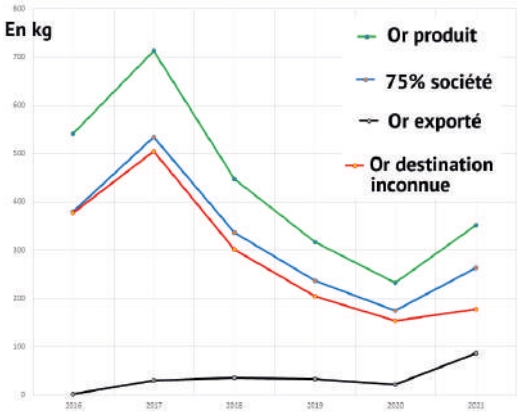
13.3.3. Degré d'organisation des artisans-mineurs

Les artisans mineurs travaillent de manière individuelle ou sous forme de coopératives comptant 50 à 300 individus.

Dans le secteur de l'exploitation artisanale de l'or et des substances connexes, plus de 1 100 autorisations ont été délivrées par le ministère en charge des mines pour la période 2016-2022. Cependant, seulement 220 autorisations et 252 bureaux de commercialisation sont encore valides à ce jour (Figure 13.5).

Une étude statistique comparée de la production artisanale semi-mécanisée et de l'exportation de l'or des années 2013 à 2020, a permis d'observer une importante production qui reste inversement proportionnelle aux exportations qui s'annulent en 2016 (0,43 %), mais demeurent très faibles jusqu'à présent (5,5 % en 2017, 11 % en 2018, 14 % en 2019 et 9 % en 2020) (Figure 13.6).

FIGURE 13.6 : COMPARAISON ENTRE LA PRODUCTION SEMI-MÉCANISÉE ET L'EXPORTATION DE L'OR SUR 5 ANNÉES.



Cette inversion engendrée par une porosité des frontières a pour conséquences l'exportation illicite de l'or, l'absence de traçabilité du métal précieux, et donc un manque à gagner pour le Trésor public du fait du non-paiement des taxes liées à cette activité.

13.3.4. Rôle du Service géologique national pour accompagner le secteur minier artisanal

La Direction des Mines, la Direction de la Géologie, les Délégations Régionales et Départementales en charge des Mines accompagnent les artisans mineurs à travers :

- Identification et cartographie des sites d'exploitation minière artisanale existants et potentiels afin de limiter et de mieux gérer les conflits ;
- Organisation dans chaque localité minière des artisans mineurs en coopératives ;
- Faciliter les procédures administratives d'octroi des différents agréments : carte d'artisan, carte de collecteur, autorisation d'exploitation artisanale, bureau d'achat, unité de fusion, bijouterie, certificat d'exportation, etc. ;
- Assistance technique et dons de matériels d'exploitation et scolaires ;
- Sensibilisation aux impacts socio-environnementaux et sanitaires ;
- Canalisation des produits de l'artisanat minier vers les circuits formels ;

- Promotion des partenariats entre coopératives et ONG (Figure 13.7) ;
- Promotion de la transformation locale (Figures 13.8 et 13.9) ;
- Suivi de la mise en œuvre du contenu local ;
- Surveillance administrative et contrôle technique des activités minières ;
- Etc.

FIGURE 13.7 : CARTOGRAPHIE DES MINÉRAUX DU DÉVELOPPEMENT POUR 13 SITES-PILOTES AU CAMEROUN.

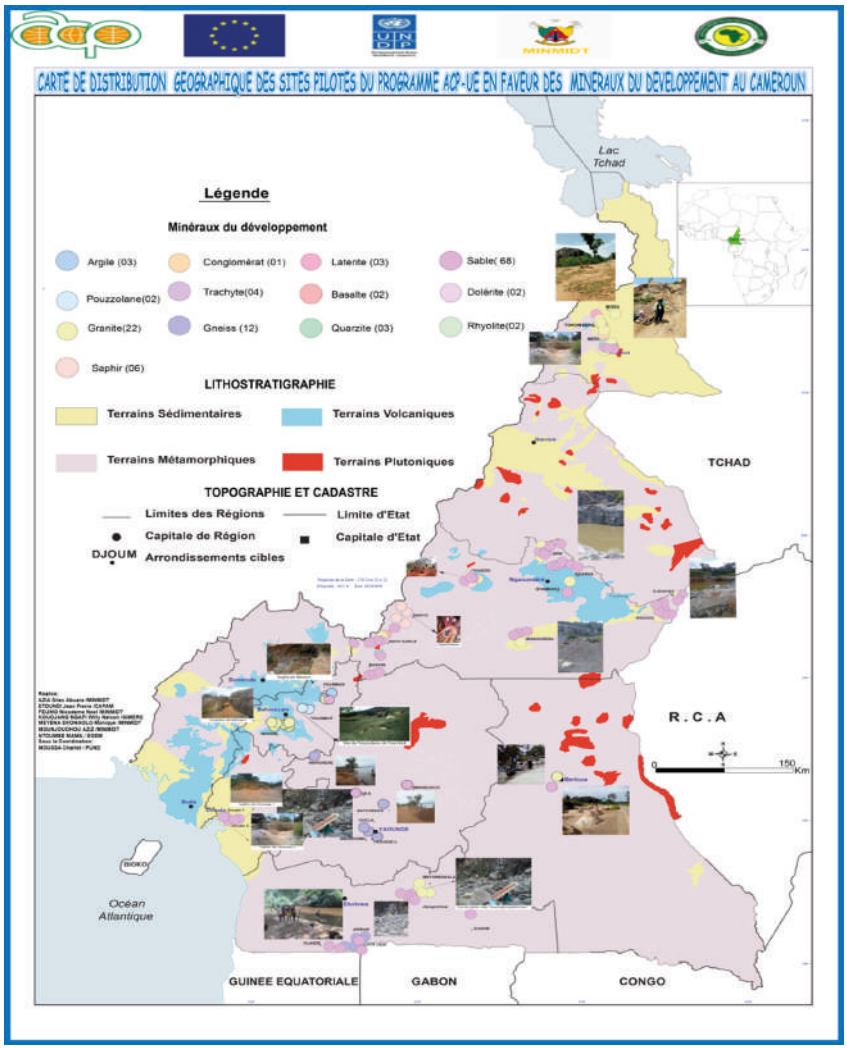


FIGURE 13.8 | VALORISATION LOCALE DES GRANULATS, DES ROCHES ORNEMENTALES ET D'AUTRES MATÉRIAUX DE CONSTRUCTION.



FIGURE 13.9 | VALORISATION LOCALE DES MINÉRAUX ARGILEUX.



13.4. ENJEUX ENVIRONNEMENTAUX ET SANITAIRES LIES A LA MINE ARTISANALE

13.4.1. Impacts sur l'eau

Les activités minières artisanales peuvent générer :

- Un bouleversement des régimes hydrique et hydrogéologique lors du dragage et de la déviation des cours d'eau ;
- Un drainage acide dû à la formation de l'acide sulfurique dissolvant les métaux contenus dans les roches (ex. cuivre, aluminium, arsenic, fer, etc.) ;
- La contamination des eaux par l'usage du mercure et du cyanure lors de la récupération de l'or ;
- Le déversement d'hydrocarbures dans les eaux.

- Tous ces impacts ayant pour conséquence la pollution voire la disparition des cours d'eau, des points d'eau potable et de certaines espèces aquatiques végétales et animales.

13.4.2. Impacts sur la déforestation

L'exploitation artisanale nécessite une destruction importante de la couverture végétale qui entraîne la disparition des forêts et de certaines espèces animales et végétales, la destruction des habitats des êtres humains et des animaux, la raréfaction des pâturages et des produits forestiers consommables par l'être humain.

Le peuple Pygmée, à l'est du Cameroun, vit uniquement de la chasse et de la cueillette. Ce peuple autochtone se plaint de la raréfaction des plantes médicinales et de la viande de brousse, avec pour conséquence qu'une partie du peuple ait migré aux confins des forêts et se soit sédentarisé en s'adaptant aux mœurs et aux nouvelles cultures des exploitants miniers.

La raréfaction des pâturages et la destruction des terres cultivables est souvent source de conflits entres les éleveurs, les cultivateurs et les exploitants miniers.

13.4.3. Impacts sur le paysage

Le remaniement important du sol entraîne une vulnérabilité à l'érosion conduisant à des pertes de terrains, à la désolation et à l'inversion des paysages, à la perte et au morcellement des habitats, au déplacement du biotope et à la raréfaction des terres cultivables (Figure 13.10). Ainsi, des cultivateurs sont parfois obligés d'abandonner leurs activités agricoles pour se convertir à l'orpaillage.

13.4.4. Impacts sur la santé

Durant les phases d'exploitation et de traitement des minerais, les artisans mineurs et les populations locales sont exposés au mercure, au cyanure, au plomb, aux poussières de silice, aux rayonnements gamma et au radon issus des roches et des sols. Par ailleurs, la contamination de l'être humain provient aussi de la consommation d'aliments pollués. Il en découle différents types de cancers, de maladies respiratoires, de maladies de la peau et d'affections oculaires observés dans les localités minières.

Le mixage des cultures entraîne la dépravation des mœurs, des abus sexuels, la consommation de drogues, des accouchements précoces et des grosses non désirées, la prépondérance des Infections Sexuellement Transmissibles et du VIH/SIDA, etc.

FIGURE 13.10 | IMPACTS ENVIRONNEMENTAUX DE LA MINE ARTISANALE AU CAMEROUN. DÉTÉRIORATION DU PAYSAGE, POLLUTION AUX HYDROCARBURES ET AUTRES PRODUITS DANGEREUX, ÉROSION DES SOLS.



13.5. ENJEUX SOCIO-ECONOMIQUES LIES A LA MINE ARTISANALE

13.5.1. Le rôle des femmes

Dans les activités minières artisanales, les femmes jouent plusieurs rôles prépondérants qui vont de leader à simple manœuvre. En effet, 25 % de femmes sont titulaires d'autorisations d'exploitation artisanale, 30 % sont gérantes de bureaux de commercialisation de substances minérales.

13.5.2. Rôle des agriculteurs, éleveurs et artisans-mineurs locaux

L'exploitation minière entraîne la raréfaction des pâturages et des terres cultivables, ce qui génère des conflits d'usage.

Cependant, une interdépendance est à noter entre les agriculteurs et les éleveurs qui vendent leurs produits agricoles et d'élevage, et les artisans mineurs locaux, ces derniers leur fournissant en retour les substances minérales en cas de besoin.

Par ailleurs, certains éleveurs financent les activités d'orpaillage, et, dans ce cas, l'orpailleur est obligé de vendre sa production à son financeur.

13.6. REFERENCES

Atlas du Cameroun, 2006. Les Éditions JA, Paris, France, 119 p.

Comète International, 2019. Réalisation d'une enquête sur l'utilisation du mercure dans le secteur de la mine artisanale et la petite mine au Cameroun dans le cadre du PRECASEM, Rapport final, 258 p.

Environnemental Law Alliance, Eugene Worlwide, 2010. Guide pour l'évaluation des EIE des projets miniers, 130 p.

Forum Intergouvernemental, 2017. Guide IGF à l'Intention des Gouvernements. Gérer l'activité minière artisanale et à petite échelle, 52 p.

Vicat J.-P. Esquisse géologique du Cameroun, 9 p.

MINMIDT, 2021. Rapport d'activité de la Direction des Mines.

Programme ACP-UE/GEODATA-CAMEROUN, 2019. Cartographie, numérisation et estimation des réserves des Minéraux du Développement au Cameroun : cas de 13 sites pilotes.

Ntep Gweth P., 2001. Ressources minérales du Cameroun, 375 p.

Regnoult J.M., 1996. Synthèse géologique du Cameroun, 119 p.

Service de l'Artisanat Minier et de la Petit Mine, 2020. Études statistiques comparées de la production et de l'exportation de l'or, 8 p.

Service de l'Artisanat Minier et de la Petit Mine, 2020. Rapport du suivi des opérations de réhabilitation des sites d'exploitation minière artisanale et semi-mécanisée dans les régions de l'Est et de l'Adamaoua, 18 p.

Service de l'Artisanat Minier et de la Petit Mine, 2021. Rapport d'activité.

Étude pour l'élaboration de la politique minière commune en zone CEMAC.

La Loi n° 2016/017 du 14 décembre 2016 portant Code minier.

La Loi n° 96/12 du 5 août 1996 portant Loi-cadre relative à la gestion de l'environnement.

La Loi des finances, 2021.

Le Décret n°2012/432 du 1 Octobre 2012 portant organisation du ministère des Mines de l'Industrie et du Développement Technologique.




TOY



14. Enjeux du secteur minier artisanal aux Comores et rôle du Bureau Géologique des Comores

Par Adbul Karim MOUSSA et Abdou Hassani ABDALLAH
Bureau Géologique des Comores

14.1. CONTEXTE GEOGRAPHIQUE DES COMORES

14.1.1. Démographie des Comores

L'Union des Comores prend part à l'archipel éponyme. Le pays est constitué de trois îles situées au nord-ouest de Madagascar et à l'entrée nord du canal du Mozambique. Du nord-ouest au sud-est, on retrouve les îles de Grande-Comore, de Mohéli et d'Anjouan avec une superficie totale de 2 236 km^2.

La population comorienne est estimée à 888 451 habitants en 2021 (Banque mondiale). Les deux tiers de la population vivent en milieu rural, mais l'urbanisation progresse au rythme de 6,5 % par an. La croissance de la population est de 3 % par an. Les Comores sont densément peuplées avec environ 465 hab./km^2 et 53 % de la population a moins de 20 ans.

Les projections annoncent plus de 2 000 000 d'habitants à l'horizon 2050, ce qui donnerait une densité de 950 hab./km^2.

14.1.2. Économie des Comores

Les Comores souffrent d'une fragilité structurelle qui en fait une économie vulnérable, associant un faible revenu par habitant et un retard du développement. L'indice de développement humain place l'Union des Comores à la 156e place sur 195 pays en 2021. Le revenu par habitant est estimé à 1 494 US$ en 2021 et le taux de chômage est passé à environ 9 % (Banque mondiale, 2020).

Le secteur privé est peu développé et peu diversifié en raison d'un climat des affaires peu favorable. L'activité économique est contrainte par la capacité énergétique du pays.

Le secteur de l'agriculture emploie 80 % de la population active et représente 49,5 % du PIB. Ce secteur est essentiellement concentré sur trois produits de rente (vanille, girofle et ylang-ylang), représentant 70 % des exportations comoriennes.

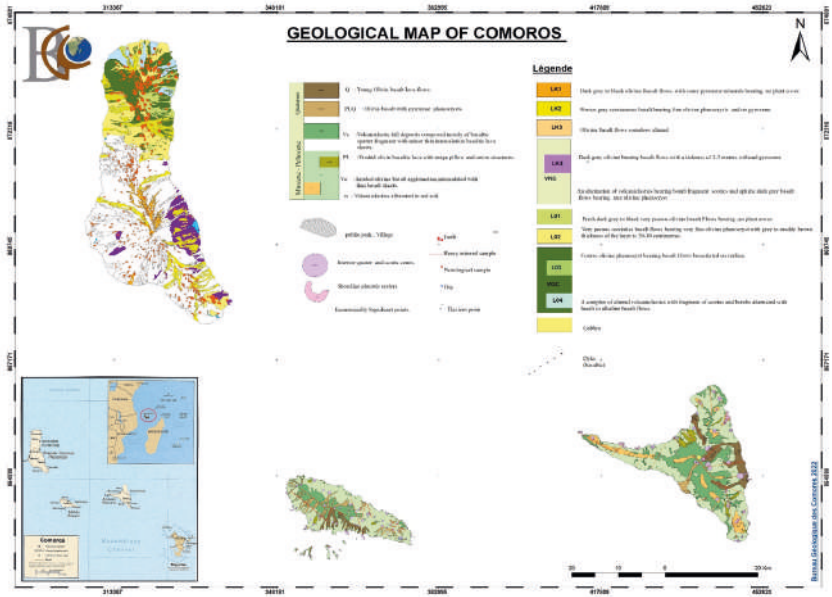
La balance commerciale est structurellement déficitaire en raison d'une faible base exportatrice (17,8 % du PIB en 2020), sujette aux variations des cours des produits agricoles et d'un besoin important de biens importés (19,7 % du PIB en 2020).

S'agissant de l'apport du secteur des mines et des carrières dans l'économie comorienne, il demeure négligeable sur le plan officiel. En effet, plusieurs comoriens opèrent dans cette activité mais de façon informelle. Par conséquent, l'État ne dispose pas de données permettant d'évaluer de façon fiable la part de ce secteur d'activité dans l'économie comorienne.

14.2. CONTEXTE GEOLOGIQUE DES COMORES

14.2.1. Carte géologique simplifiée des Comores

FIGURE 14.1 | CARTE GÉOLOGIQUE SIMPLIFIÉE DES COMORES (BUREAU GÉOLOGIQUES DES COMORES).



14.2.2. Brève description de la géologie des Comores

L'origine géologique des Comores débute par l'épisode de rifting du Karoo, suite à la dislocation de l'ancien continent Gondwana au Jurassique inférieur. Cette expansion océanique aurait créé le bassin des Comores qui est en réalité, une extension du bassin de Somalie et de celui du Mozambique.

La genèse des îles suscite des discussions depuis 1970 et qui perdurent. Ces îles auraient commencé à s'édifier vers la fin du Miocène, sur une croûte océanique franche ou dans une zone de transition entre la croûte océanique et continentale plutôt qu'une croûte uniquement continentale.

Suite à quelques datations sur les laves des îles de l'archipel, Hajash et Amstrong (1972) concluent que le volcanisme des Comores présente une expression de la trace d'un point chaud actif au cours des 10 derniers millions d'années.

Ces datations montrent un vieillissement des laves des îles en allant de l'ouest vers l'est de l'archipel. Ces âges sont aussi en conformité avec la morphologie et le degré d'évolution du volcanisme observés sur l'archipel.

Ainsi, selon la direction NO-SE, la morphologie des côtes devient de plus en plus découpée et les récifs se développent, traduisant une subsidence des îles de plus en plus sensible vers l'est (Desgrolard, 1996). Cette subsidence est accompagnée d'une altération croissante et de l'émission de laves différenciées (phonolites) qui caractérisent l'un des stades les plus avancés du volcanisme des îles (Desgrolard, 1996). Selon ce même auteur, ces quelques observations qui mettent bien en évidence l'âge croissant des îles en direction du sud-est, appuient l'idée que les îles des Comores auraient été créées à partir d'un point chaud.

Ce point chaud a édifié les quatre îles de l'archipel des Comores (île de Mayotte comprise) à la suite de phases volcaniques majeures séparées par des périodes d'accalmie durant lesquelles l'érosion a pu agir.

Les roches les plus fréquentes sont essentiellement des laves basaltiques (ex. océanite, ankaramite, hawaiite, etc.) dont la composition minéralogique varie sensiblement d'une phase à une autre et d'une île à une autre.

Île d'Anjouan

Anjouan est principalement constituée de trois séries de formations géologiques de nature magmatique : (1) les séries récentes qui forment des reliefs escarpés âgées entre 2,5 et 1,5 Ma. Ce sont des laves basaltiques de nature téphritique et riche en amphibolite brune ; (2) les séries intermédiaires constituées par des basaltes à olivine et clinopyroxène âgés entre 2 et 4 Ma ; et (3) les séries anciennes (> 5 Ma) qui forment le noyau central de l'île. Elles présentent des phénocristaux à olivine, pyroxène et plagioclase et subissent une altération de type ferralitique.

Île de Mohéli

Mohéli est constituée de trois phases d'activité volcanique : (1) une phase plus ancienne (> 5 Ma) ; (2) suivie d'une phase intermédiaire entre 4 et 2,5 Ma ; et (3) une phase plus jeune entre 2,5 et 1,5 Ma. On rencontre principalement dans l'île des laves pauvres en silice, des basaltes alcalins, de la basanite et de la mélanophélinite, avec des quantités moindres de néphélinite, de trachyte, de phonolite, d'ankaramite, des hawaiites et des néphélinites à olivine. En plus de ces formations, on y trouve des intrusions de roches plutoniques (gabbro alcalin, théralite et ijolite).

Île de Grande-Comore

C'est la plus grande île de l'archipel (1 148 km²). Elle est issue de l'édification de trois massifs correspondant à trois épisodes volcaniques :

- **Le massif de Badjini :** plus ancien et plus évolué à cause de l'altération des formations géologiques qui ont donné des sols ferralitiques. Ce massif, situé au sud de l'île, est jalonné par plusieurs cônes scoriacé témoignant de la présence d'une activité volcanique de type strombolien ;
- **Le massif du Karthala :** occupant le centre de l'île, se distingue par trois unités stratigraphiques : une unité formée par des couches anciennes très altérées caractérisées par la disparition totale des structures surfaciques des coulées basaltiques et un développement d'une couche d'altérites ferralitiques sur une épaisseur décimétrique à métrique, suivie d'une unité principalement formée par des formations peu ou pas altérées qui constituent l'unité stratigraphique du Karthala récent et enfin une unité totalement dépourvue de végétation constituant le Karthala actuel ;
- **Le massif de la Grille affleure au nord de l'île, il est formé de deux unités géologiques :** une unité occupée par des faciès plus anciens correspondant à un volcanisme ancien et présentant une altération qui résulte de formations d'altérites ferralitiques d'épaisseur décimétrique à pluri-décimétrique ; et une unité formée par des couches géologiques récentes correspondant à un volcanisme récent.

D'une manière générale, les roches de Grande-Comore sont des laves vésiculées à cristaux d'olivine et pyroxène en proportions et tailles variables. La matrice est finement cristallisée avec la présence d'une mésostase en partie vitreuse et de microlites de plagioclase plus ou moins développés.

Les laves du Karthala (Desgrolard, 1996) présentent des textures depuis des faciès fortement porphyriques à olivine ± clinopyroxène (océanite), ou à clinopyroxène ± olivine (ankaramite), jusqu'à des faciès aphyriques. La taille des mégacristaux présente également des variations importantes, de quelques millimètres à plusieurs centimètres. L'olivine est généralement la phase dominante et les véritables ankaramites sont de ce fait plus rares que les océanites.

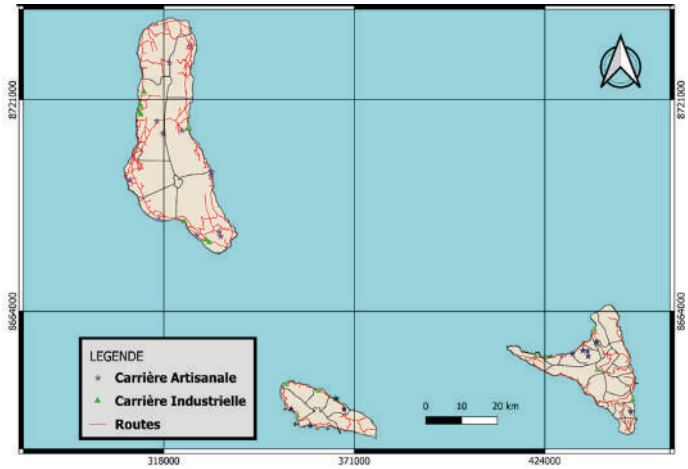
14.3. LA MINE ARTISANALE AUX COMORES

Le secteur minier en Union des Comores se résume essentiellement à l'exploitation des substances de carrière. Le contrôle et la gestion de cette activité est très complexe du fait de l'insuffisance de textes et lois régissant le secteur.

Aucune étude sur l'apport économique du secteur de la mine artisanale n'a été réalisée jusqu'à présent. Il semble cependant que l'exploitation artisanale des matériaux de construction offre de grandes opportunités pour le développement socio-économique de la population rurale des Comores. En effet, le secteur est une source

considérable d'emplois. Généralement, les activités autour des carrières artisanales contribuent aux moyens d'existence des communautés locales en leur fournissant des revenus supplémentaires à l'agriculture.

FIGURE 14.2 | CARTE DES CARRIÈRES AUX COMORES (BUREAU GÉOLOGIQUE DES COMORES).



14.3.1. Quelles substances exploitées en mine artisanale aux Comores ?

Argile

L'argile est l'un des plus anciens matériaux utilisés aux Comores. Elle est exploitée pour la construction des habitats sociaux, des ustensiles de cuisine et des poteries. Plusieurs argilières sont identifiées sur l'ensemble du territoire national.
Un projet de faisabilité et de valorisation de cette ressource est en cours d'élaboration en vue de fabriquer des objets céramiques.

FIGURE 14.3 | POT D'ARGILE FABRIQUÉ ARTISANALEMENT À PARTIR DES RESSOURCES ARGILEUSES EXTRAITES EN CARRIÈRE.



Pouzzolane

Les gisements de pouzzolane sont rencontrés partout en Union des Comores. Mais les plus répandus se situent principalement sur Grande-Comore et Anjouan. La pouzzolane est utilisée dans le bâtiment et le revêtement des routes.
La nature volcanique (type strombolien) des îles des Comores fait que cette substance minérale est largement répandue. On peut certainement dire que ces réserves sont gigantesques.

FIGURE 14.4 | CARRIÈRE D'EXPLOITATION ARTISANALE DE POUZZOLANE.



Sable

Le prélèvement du sable des rivières, des plages et des zones de coulée de lave est effectif sur l'ensemble des îles. Bien qu'il existe des carrières mécanisées de concassage, la cherté des produits concassés pousse les populations, surtout des îles d'Anjouan et de Mohéli, à utiliser de façon prioritaire le sable de ramassage.

Basalte et pierres de taille

L'exploitation artisanale des roches basaltiques s'étend sur l'ensemble des îles. Ces roches sont exploitées pour produire du gravier et des blocs moyens pour la construction.

Il existe également, sur Grande-Comore, une activité artisanale de pierres de taille mais demeure très limitée. Il s'agit d'une exploitation de roches volcaniques poreuses utilisées pour le revêtement des murs des habitations.

La dynamique du développement urbain avec la construction d'habitats sociaux et les nombreux projets de rénovation ont poussé une partie de la population à investir dans le secteur de l'exploitation des carrières artisanales.

FIGURE 14.5 | (A) EXPLOITATION ARTISANALE DE BLOCS ET GRAVIERS DE BASALTE POUR LA CONSTRUCTION. (B) CONCASSAGE DE BASALTE POUR LA PRODUCTION DE GRANULATS.



14.3.2. Cadre législatif du secteur minier artisanal aux Comores

Aucune législation n'est appliquée pour réglementer ce secteur. Des accords de partenariats discutés à l'amiable sont établis dans certaines localités.

Afin de mieux réglementer le secteur minier, un Code minier est en cours d'élaboration par le Bureau Géologique des Comores (BGC) en partenariat avec le Programme des Nations Unies pour le Développement (PNUD).

14.3.3. Rôle du Bureau Géologique des Comores pour accompagner le secteur minier artisanal

Le Bureau Géologique des Comores est l'autorité administrative en charge :

- D'élaborer et de veiller à la mise en œuvre de la politique nationale en matière de recherche et d'exploitation géologique ;
- De proposer, d'élaborer et de mettre œuvre les lois réglementaires relatives aux activités minières ;
- De coordonner et promouvoir les activités de recherche, de valorisation et d'exploitation des ressources géologiques.

Pour le contrôle et la gestion du secteur minier (mines et carrières), deux services sont placés sous l'autorité du Bureau Géologique des Comores. Leurs missions sont les suivantes :

- Service du patrimoine minier
- Mettre en place et gérer le cadastre des ressources minières ;

- Délivrer les titres et les autorisations miniers, y compris la préparation des conventions et des cahiers des charges accompagnant lesdits titres et autorisations miniers ;
- Gérer et suivre l'exécution des titres et des autorisations miniers et des documents les accompagnant, à savoir la gestion des conventions pour le compte de l'État et les cahiers des charges, l'adjudication, l'élaboration des dossiers relatifs aux propositions d'attribution, de suspension et de retrait des titres miniers ;
- Superviser et coordonner les activités minières ;
- Fournir toute assistance aux investisseurs dans la mise en œuvre de leurs projets dans le secteur des mines et des carrières ;
- Délimiter les périmètres miniers pour promouvoir les zones minérales potentielles ou des gisements déjà mis en évidence sur fonds publics.
- Service du contrôle minier
- La surveillance administrative et technique des exploitations minières ;
- Le contrôle des activités minières de manière à préserver l'environnement conformément aux dispositions et aux normes prévues par la législation et règlement en vigueur ;
- L'agrément des experts en mine et géologie.

14.3.4. Degré d'organisation des artisans-mineurs

Aux Comores, aucune organisation n'existe dans le secteur minier artisanal. Les artisans mineurs n'ont bénéficié d'aucune formation pour la pratique de leur activité. Cela engendre des accidents répétés et parfois mortels. Cependant, ces dernières années, nous rencontrons quelques comités villageois de pilotage dans l'exploitation artisanale.

14.4. ENJEUX ENVIRONNEMENTAUX ET SANITAIRES LIES A LA MINE ARTISANALE

14.4.1. Impact sur l'eau

Aucune étude approfondie n'est faite sur l'impact de l'exploitation minière artisanale sur l'eau aux Comores. Cependant, il semble que les cours d'eau sont touchés par les débris de roches, de sable et le dépôt de poussières.

En cas des fortes pluies, des débordements des cours d'eau peuvent se produire à cause de l'extraction des matériaux qui peut modifier les lits.

À Mohéli et à Anjouan par exemple, il y a une dégradation de la qualité de l'eau douce de certaines rivières alimentant des localités.

14.4.2. Impact sur la déforestation

L'exploitation artisanale des carrières aux Comores constitue un danger majeur pour les massifs forestiers. Les artisans ont recours au déboisement pour créer des

voies d'accès afin d'atteindre les sites et de faciliter le prélèvement des matériaux rocheux recherchés. Ce cas est fréquemment visible sur les îles d'Anjouan et de Mohéli.

14.4.3. Impact sur le paysage

Le paysage est touché par l'exploitation artisanale des matériaux de construction. On retrouve, sur l'ensemble du territoire national, des régions laissées avec des cavités et des irrégularités dans le sol.

On peut parler de la pollution de l'air par les poussières soulevées lors de l'activité minière. Ces poussières peuvent également inhiber le développement de la biodiversité. Sur les plantes, elles se déposent sur les feuilles et empêchent l'activité photosynthétique et la floraison.

14.4.4. Impact sur la santé

Il n'existe pas de données statistiques illustrant les maladies causées par l'exploitation artisanale des carrières. Par contre, selon une enquête réalisée auprès des exploitants, des maladies comme la toux et la grippe sont fréquentes dans les zones abritant les carrières.

Des problèmes sanitaires (ex. maladies diarrhéiques) causés par le dépôt de poussières dans les rivières, sources d'alimentation en eau potable de certaines villes et villages, sont rencontrés sur les îles d'Anjouan et de Mohéli.

En outre, divers incidents surgissent sur les sites d'exploitation artisanale, et s'expliquent par le manque de moyens de protection des artisans. Des chutes de matériaux (blocs de basalte, pouzzolane, etc.) peuvent même causer le décès de certains exploitants.

14.5. ENJEUX SOCIO-ECONOMIQUES LIES A LA MINE ARTISANALE

14.5.1. Rôle des femmes

Dans la plupart des régions comoriennes, les femmes ont de tout temps, joué un rôle dans l'organisation sociale des sites de carrière et leur taux de participation est très important. Concernant les postes d'intervention dans le circuit de production, les femmes sont présentes surtout au niveau de la collection des roches et le tri des granulats (graviers et sables).

En plus de ces activités liées directement à la production minière, les femmes jouent également un rôle majeur dans des activités connexes, comme la restauration, le petit commerce, la vente d'eau sur les sites, etc.

14.5.2. Rôle des agriculteurs, éleveurs et artisans-mineurs locaux

Les artisans-mineurs exploitent des sites informels, inorganisés et sans respect des normes d'hygiène, de santé et de sécurité. Souvent, ils ne se coordonnent pas avec les agriculteurs et les éleveurs locaux, ce qui devrait être le cas.

L'exploitation minière artisanale représente alors un défi important en matière d'organisation et de gouvernance.

Il est actuellement difficile de coordonner toutes les parties-prenantes concernées par l'exploitation minière artisanale. C'est pourquoi, il est essentiel que ce secteur soit organisé en vue de réduire les mauvaises pratiques qui sont pourtant souvent connues.

14.6. CONCLUSION

L'exploitation minière artisanale a un impact modéré sur l'économie des Comores et contribue à la survie d'une partie, surtout rurale, de la population. Malgré cette importance relative, force est de reconnaître que ce secteur n'a pas pleinement atteint les résultats escomptés.

En effet, dans la plupart des régions, au manque de ressources financières et de moyens techniques dont souffre le secteur, s'ajoutent des contraintes organisationnelles et législatives.

Par ailleurs, le fait qu'une grande partie des substances de carrière soit exploitée de manière non réglementée ou clandestine, prive le gouvernement de recettes fiscales et de données statistiques fiables.

L'un des principaux désavantages de la petite mine artisanale est la faiblesse du niveau de production par rapport à l'intensité de l'effort physique fourni par l'artisan.

L'exploitation artisanale des carrières a des impacts majeurs sur la gestion et la protection de l'environnement. Or, les exploitants sont moins préoccupés par la préservation de l'environnement que par les revenus générés.

Pour amorcer une promotion de ce secteur dans le cadre d'un développement durable, il apparaît que des actions d'optimisation sont indispensables pour s'attaquer aux innombrables carences techniques et organisationnelles et aller vers plus de productivité, de rentabilité et surtout de sécurité sur les carrières.

L'une des solutions à venir est de finaliser le Code minier, d'intégrer les petites exploitations minières dans le secteur formel, et d'inciter non seulement l'assistance

de l'État et des bailleurs de fonds, mais aussi la création d'entreprises locales et de coopératives minières structurées.



15. Enjeux du secteur minier artisanal en République du Congo et rôle de la Direction Générale des Mines

Par Ghynel KOUNKOU et Mamie Lise Dynelle GOMARDEAUX
Ministère des Industries Minières et de la Géologie

15.1. CONTEXTE GEOGRAPHIQUE DE LA REPUBLIQUE DU CONGO

15.1.1. Démographie du Congo

La République du Congo couvre une superficie de 342 000 km^2. Elle est située en Afrique Centrale à cheval sur l'équateur entre les latitudes 3°30'N et 5°S, et les longitudes 11°E et 18°E. Le pays partage ses frontières avec le Cameroun et la République Centrafricaine au nord, l'Angola au sud, la République Démocratique du Congo à l'est, le Gabon et l'océan Atlantique à l'ouest. Sa capitale est Brazzaville qui est située au sud du pays.

Sa population est estimée à 5 657 017 habitants en 2021 selon la Banque mondiale, soit une densité moyenne de 15 hab./km^2. Le sud du pays a un peuplement plus dense, en l'occurrence dans le département de la Bouenza avec en moyenne 25 hab./km^2 et d'autres zones ont des densités humaines plus faibles de 1 à 3 hab./km^2 (Sangha, Likouala, Cuvette Ouest). Le taux d'accroissement annuel de la population est de 2,9 %. (PND, 2018-2022).

Près de 64 % des congolais vivent en milieu urbain. On estime qu'un tiers seulement de la population du Congo vit en milieu rural et que 70 % des ménages ruraux dépendent de l'agriculture.

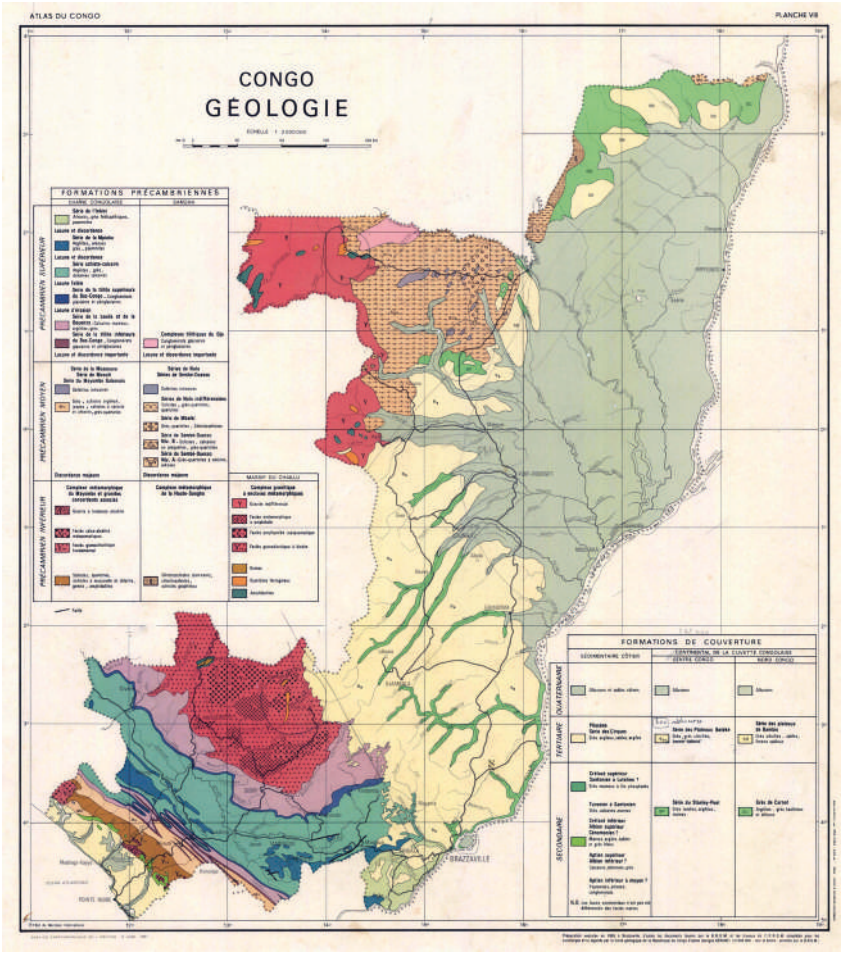
15.1.2. Économie du Congo

Malgré les multiples ressources naturelles dont dispose le pays, l'économie congolaise est peu diversifiée. Celle-ci est fortement dépendante du secteur pétrolier dont la contribution au PIB était de 57 % en 2013 (PAN, 2019). Ainsi, la contribution du secteur minier au budget de l'État reste très faible comparée aux potentialités minières du pays (PND, 2018-2022). En effet, de 2014 à 2017, sa contribution est évaluée à hauteur de 1,4 milliards FCFA (>2,1 M€), représentant ainsi 0,04 % du budget de l'État et ne concernait que les droits fixes et la redevance superficiaire (PND, 2018-2022).

15.2. CONTEXTE GEOLOGIQUE DU CONGO

15.2.1. Carte géologique simplifiée du Congo

FIGURE 15.1 | CARTE GÉOLOGIQUE DE LA RÉPUBLIQUE DU CONGO (DESTHIEUX ET AL., 1993).



15.2.2. Brève description de la géologie du Congo

La géologie du Congo s'organise autour de six grands ensembles géologiques qui sont du plus ancien au plus récent : les massifs d'âge Archéen et Birrimien du Chaillu et d'Ivindo, la Chaîne du Mayombe (Protérozoïque), les bassins du Niari-Nyanga et de Sembé-Ouesso (Protérozoïque), le Bassin Côtier (Méso-Cénozoïque), les Plateaux Batékés et le bassin de la Cuvette Congolaise.

Massifs d'âge Archéen et Birrimien du Chaillu et d'Ivindo

Le massif du Chaillu comprend deux grands ensembles lithologiques d'âge Archéen :
- L'ensemble granito-gneissique constitué de gneiss tonalitiques, de granodiorites et de granites calco-alcalins de type diorite quartzique ;
- L'ensemble volcano-sédimentaire ou ceinture de roches vertes constitué de roches basiques (diabase, amphibolite), de roches ultrabasiques (picrite, amphibolo-pyroxénite, pyroxénite, péridotite et dunite), de roches métasédimentaires (micaschistes et chloritoschistes) dans lesquelles s'intercalent des lentilles de quartzites ferrugineux rubanés correspondant à des BIF (Banded Iron Formation).

Le massif d'Ivindo est une portion de craton constituée principalement d'un ensemble granito-gneissique, d'âge Archéen à Katarchéen, représenté par des granites généralement cataclasés, des orthogneiss et des migmatites. Les faciès les plus répandus sont constitués de migmatites calco-alcalines, de granodiorites à biotite ou amphibole verte et, plus localement, de métadiorites quartziques ou de métagabbros. Dans ce complexe qui occupe 80 % à 90 % de la surface du socle, s'individualisent (1) des roches volcano-sédimentaires constituées de gneiss (leptynites), d'amphibolites, de quartzites ferrugineux et de schistes sériciteux et chloriteux ; et (2) des intrusions de roches acides à basiques, constituées de filons de pegmatite.

Chaîne du Mayombe

Cet ensemble est constitué de roches magmatiques (plutoniques et volcaniques) et sédimentaires d'âge Paléoprotérozoïque et Néoprotérozoïque déformées et métamorphisées. En fonction de leur nature, du style de déformation et du degré de métamorphisme, ces roches sont regroupées en deux super-groupes, qui sont du plus ancien au plus récent : (1) le Super-groupe de la Loémé et (2) le Super-groupe Ouest-Congolien.

Le Super-groupe de la Loémé comprend de la base au sommet : le Groupe de la Loukoula, la suite de Bilinga et le Groupe de la Bikossi :
- Le groupe de Loukoula comprend des paragneiss, des orthogneiss, des schistes, des roches vertes (ampibolite et amphibolo-chloritoschiste) et des quartzites. L'ensemble est intrudé par les granitoïdes métamorphisés de la suite de Bilinga (orthogneiss de Bilinga, Bilala et Les Saras) ;
- La suite de Bilinga correspond aux orthogneiss de Bilinga, Bilala et Les Saras qui intrudent les formations du Groupe de la Loukoula. Ces orthogneiss sont recoupés par des veines de pegmatite et des filons de roches vertes (amphibolite, dolérite) ;
- Le Groupe de la Bikossi est essentiellement constitué de métasédiments (quartzites, quartzo-schistes, métagrès quartzitiques, micaschistes et schistes). Quelques

niveaux conglomératiques sont associés aux quartzo-schistes. Les quartzites présentent parfois des intercalations de roches vertes.

Le Super-groupe Ouest-Congolien comprend des unités d'âge Néoprotérozoïque affectées par l'orogenèse panafricaine. Ces unités affleurent principalement dans la partie orientale de la chaîne et se répartissent, dans le contexte large de la chaîne, en quatre groupes : le Groupe de Sounda, le Groupe du Mayombe, le Groupe du Niari et le Groupe du Schisto-calcaire (ces deux derniers n'étant impliqués qu'en partie dans la déformation liée au fonctionnement de la chaîne).

Les bassins d'âge Protérozoïque du Niari-Nyanga et de Sembé-Ouesso
Le bassin du Niari-Nyanga s'étend du sud-ouest du Gabon au nord-est de l'Angola. Au Congo, il se subdivise en deux branches. Une branche occidentale NO-SE parallèle à la chaîne du Mayombe et une branche orientale NE-SO qui s'ennoie sous les formations des Plateaux Batékés. Les formations affleurant dans ce bassin sont classiquement attribuées au Super-groupe Ouest-Congolien comprenant : (1) le groupe des diamictites et grès, (2) le groupe du Schisto-calcaire et (3) le groupe du Schisto-gréseux.

Le bassin de Sembé-Ouesso est constitué d'un ensemble de terrains faiblement métamorphisés séparés par des discordances et correspondant à des cycles sédimentaires qui peuvent être corrélés avec ceux du Sud-Cameroun ou de la République Centrafricaine. On distingue du plus ancien au plus récent : (1) la Formation Schisto-quartzitique de Ouesso, (2) la Formation gréso-pélitique de Sembé-Ouesso, (3) la Tillite de Dja.

- La Formation Schisto-quartzitique de Ouesso, encore appelée série de Molongo, constitue l'unité basale de la série sédimentaire de Sembé-Ouesso. La base de cette formation est mal connue et son épaisseur est très réduite dans le bassin de Sembé et bien développée dans celui de Ouesso où elle passe normalement aux grès de Seka qui constitue la base de la série gréso-pélitique. Elle se compose d'un niveau inférieur de schistes quartzitiques surmonté par un puissant niveau gréso-pélitique décrit sous le nom de grès de Koka de 1 500 m d'épaisseur (Desthieux et al., 1993) ;
- La Formation gréso-pélitique de Sembé-Ouesso, d'âge Mésoprotérozoïque (Desthieux et al., 1993), repose en discordance sur la formation Schisto-quartzitique de Ouesso et le socle d'âge Archéen d'Ivindo. Cette formation affleure dans les localités de Ouesso et Sembé où elle présente des faciès différents. Elle débute par un niveau gréso-conglomératique transgressif sur le socle d'Ivindo (Jaunatre, 1967, 1969). Il s'agit des grès de Séka-Nzoulabout du Bassin de Ouesso, des grès de Douma du bassin de Sémbé et des grès de bordures ;
- La Tillite de Dja repose en discordance sur la série gréso-pélitique du Bassin de Sembé. Son épaisseur est supérieure à 100 m. Affleurant en lambeaux au nord de Sembé, la Tillite de Dja se présente sous la forme d'un conglomérat très hétéro-

gène à ciment pélitique noir souvent pyriteux avec des galets de taille et de nature variées qui est associé à des pélites, grès et carbonates lités.

Bassin Côtier

Il se décompose en une partie actuellement à terre « onshore » et une autre partie en mer « offshore » constituant l'ensemble de la marge. Le remplissage sédimentaire du Bassin Côtier comporte des formations marines, dont l'épaisseur augmente rapidement vers le large, reposant sur les formations continentales parfois très épaisses. Ces dépôts s'organisent en trois grands ensembles lithostratigraphiques, de la base au sommet : (1) la séquence anté-salifère, (2) la série salifère et (3) la séquence post-salifère.

- La séquence anté-salifère, d'âge Néocomien-Barrémien, dominée par une tectonique à horsts et grabens orientés NO-SE, et une sédimentation lacustre à palustre génératrice des hydrocarbures dont une partie a migré et a formé des gisements de grès bitumineux en bordure du Mayombe reposant sur le socle. Il contient essentiellement des sédiments continentaux, fluviatiles et lacustres. Son épaisseur varie entre 1 600 et 4 200 m ;
- La séquence salifère, d'âge Aptien, est composée de plusieurs cycles où alternent sels de potasse et sels de sodium. Cet épisode est à l'origine des gisements de potasse dont un a déjà été exploité (Makola). Son épaisseur varie entre 650 et 1 000 m ;
- La séquence post-salifère, d'âge Albien, débute par des carbonates renfermant des passées de clastites et localement des niveaux d'anhydrite. Elle passe aux dépôts clastiques riches en matière organique et contenant des intercalations dolomitiques, l'ensemble est surmonté par des clastites et des calcaires riches en foraminifères. Sa puissance varie entre 1 900 et 3 300 m.

Plateaux Batékés

Ils correspondent à un immense plateau atteignant 700 m d'altitude, qui s'étend jusqu'en RDC. Les formations affleurant dans cet ensemble appartiennent à : (1) la série du Stanley-Pool et à (2) la série des Plateaux Batékés.

Bassin de la Cuvette Congolaise

Il correspond à la grande dépression plus ou moins circulaire de l'Afrique Centrale, entouré par un rebord à la topographie plus élevée. Il est constitué de trois unités géologiques : (1) la série de Lualaba-Lubilash, (2) la série des grès de Carnot et des Plateaux Batékés et (3) la couverture du Quaternaire masquant les affleurements au centre du bassin.

15.3. LA MINE ARTISANALE AU CONGO

La mine artisanale en République du Congo pourrait constituer une source importante d'emplois et de revenus pour la population congolaise. Les revenus générés

pourraient être importants et aboutir au développement économique futur par l'ouverture de micro-entreprises connexes.

Le Code minier congolais dans son chapitre 4, section 1 et article 39, définit l'exploitation artisanale des substances minérales comme étant : « l'exploitation de gîtes alluvionnaires ou éluvionnaires par des moyens artisanaux ». Elle est conduite en vertu d'une autorisation d'exploitation artisanale. Cette autorisation est délivrée après une enquête par l'Autorité administrative centrale des mines qui délimite la superficie couverte par l'exploitation et fixe les conditions.

Par ailleurs, le secteur minier artisanal en République du Congo reste encore très peu organisé. Il est à dominance informel, caractérisé par le manque de transparence et les faibles coûts d'investissement qui se fixent en moyenne à 182 674 FCFA (278 €) (PNUD, 2013).

15.3.1. Quelles substances exploitées en mine artisanale au Congo ?

En République du Congo, la principale ressource minérale exploitée de façon artisanale est l'or. Cependant, on note également l'exploitation de la cassitérite, du coltan, du diamant et des matériaux de carrière (sables, grès, argiles).

FIGURE 15.2 | EXPLOITATION ARTISANALE D'OR À DIMONIKA, DANS LE MASSIF DU MAYOMBE.



15.3.2. Cadre législatif du secteur minier artisanal au Congo

Le cadre légal et réglementaire en matière d'extraction minière artisanale et à petite échelle (EMAPE) intègre le cadre global de gestion du secteur minier. Celui-ci est régi par des textes et engagements internationaux, des lois nationales, des décrets et des arrêtés.

Sur le plan international, certains engagements internationaux ont été pris dans le cadre de la promotion de la bonne gouvernance dans le sous-secteur des mines et carrières en République du Congo. Il s'agit de (1) l'inscription à l'Initiative pour la Transparence dans les Industries Extractives (ITIE), (2) de l'inscription au Processus de Kimberley, (3) de la ratification de la Convention de Minamata pour l'éradication de l'utilisation du mercure.

Au niveau régional et sous-régional, il y a la Conférence Internationale des Régions des Grands Lacs (CIRGL).

Au plan national, celui-ci est régi par :

- Décret n°66/91 du 26/02/1966, portant réglementation de la fabrication des ouvrages d'or ;
- Loi n°4-2005 du 11 avril 2005 portant Code minier ;
- Loi n°24-2010 du 30 décembre 2010 fixant les taux et règles de perception des droits sur les titres miniers ;
- Décret n°2007-274 du 21 mai 2007 fixant les conditions de prospection, de recherche et d'exploitation des substances minérales et celles d'exercice de la surveillance administrative ;
- Décret n°2007-293 du 31 mai 2007 fixant les règles techniques d'exploitation des carrières de géomatériaux ;
- Décret n°2008-338 du 22 septembre 2008 portant création et organisation du bureau d'expertise, d'évaluation et de certification des substances minérales précieuses ;
- Décret n°2008-336 du 22 septembre 2008 portant création et composition du secrétariat permanent du processus de Kimberley ;
- Décret n°2008-337 du 22 septembre 2008 fixant les modalités d'application du système de certification du Processus de Kimberley ;
- Décret n°2022-411 du 22 juillet 2022 fixant les modalités de mise en œuvre du mécanisme régional de certification de la Conférence Internationale sur la Région des Grands Lacs en République du Congo ;
- Arrêté n°2009/MMEH/DGMG du 28 mai 2003 complétant certains décrets n°62/141 du 15 mai 1962 et 66/236 du 29 juillet 1966 en vue de mettre en œuvre le système de certification du Processus de Kimberley.

En tant qu'activité artisanale, l'orpaillage est également réglementé conformément au régime général de la Loi n°7-2010 du 22 juin 2010 régissant l'artisanat en Ré-

publique du Congo. Cette loi définit l'artisan, les conditions d'exercice de la profession d'artisan, les avantages et les services dont peuvent bénéficier les artisans en termes d'assistance, ainsi que le régime de protection sociale relatif à ce secteur.

Aussi, en raison de ses impacts sur l'environnement, cette activité est soumise aux dispositions de la Loi n°003/91 du 23 avril 1991 sur la protection de l'environnement. Il s'agit de dispositions relatives à la protection des établissements humains, de la faune et de la flore, de l'eau, du sol et de l'air. Ces dispositions visent à éviter la destruction des écosystèmes et à réduire, voire éliminer les émissions et rejets des substances dangereuses dans la Nature.

Dans le même ordre d'idées, les dispositions de la Loi n°16-2000 du 20 novembre 2000 portant Code forestier et de la Loi n°37-2008 du 28 novembre 2008 sur la faune et les aires protégées, s'appliquent à l'extraction artisanale de l'or.

15.3.3. Degré d'organisation des artisans-mineurs

Il n'existe pas une véritable organisation nationale dans la gestion du secteur minier artisanal. On note néanmoins, quelques tentatives informelles très timides de regroupement en coopératives, notamment dans le Kouilou et la Lékoumou où l'on compte deux coopératives. Ces dernières connaissent des dysfonctionnements, et ne contribuent pas réellement à la gestion durable de ce sous-secteur ; ce qui pose le problème de leur effectivité.

Toutefois, les artisans mineurs sont regroupés en équipes, le plus souvent constituées des membres d'une famille.

On peut observer une certaine répartition du pouvoir dans la communauté concernant le foncier. En l'absence d'une autorisation administrative qui délimite la superficie attribuée pour l'exploitation, l'attribution des espaces fonciers se fait suivant le droit foncier coutumier. Pour un artisan non propriétaire de terres, celui-ci doit s'adresser à un propriétaire terrien. L'octroi de la superficie exploitable se fait sur la base d'un accord de partage de production entre les deux parties. Ainsi, on observe d'une part, les propriétaires terriens, d'autre part les artisans. Les premiers, lorsqu'ils n'exploitent pas directement, perçoivent des dividendes de la part des artisans non propriétaires des terres d'exploitation. La répartition des dividendes se fait généralement de la manière suivante : 80 % pour l'artisan et 20 % pour le propriétaire terrien. Si le travail est financé par un particulier, ce dernier récupère d'abord les fonds investis et les deux se partagent le reste de la production de façon équitable en remettant les 20 % au propriétaire terrien.

15.3.4. Rôle du Service géologique national pour accompagner le secteur minier artisanal

En République du Congo, le Service géologique national, qui est une structure rattachée à l'Administration centrale des mines, travaille en synergie avec son ministère de tutelle et d'autres services rattachés dans l'accompagnement du secteur de l'artisanat minier.

En plus de son rôle premier dans la prospection géologique et minière du pays, le Service géologique national (Centre de Recherches Géologiques et Minières, CRGM), a également comme autres missions : l'appui à la promotion et le développement de la petite mine ; la réalisation des inspections des installations et des activités minières ainsi que le contrôle de la quantité et de la qualité des produits miniers issus des exploitations minières artisanales et à petite échelle. Fort d'une solide expérience issue des travaux de terrain capitalisés au fil des années, il vient également en appui aux autres structures dans la réalisation des missions qui leur sont assignées.

L'ensemble des autres structures qui interviennent directement dans le secteur de l'artisanat minier se présentent comme suit : Direction de la Petite Mine et de l'Artisanat Minier (DPMAM) de la Direction Générale des Mines (DGM), Direction Générale de la Géologie et du Cadastre Minier (DGCM).

La DPMAM assure le suivi, le contrôle et la promotion des exploitations minières artisanales et à petite échelle.

La DGM est chargée de l'octroi et du renouvellement des titres miniers et autorisations d'exploitation.

La DGGCM est chargée de la cartographie des sites et de leurs bornages.

15.4. ENJEUX ENVIRONNEMENTAUX ET SANITAIRES LIES A LA MINE ARTISANALE

15.4.1. Impact sur l'eau

La mine artisanale a un impact négatif sur la qualité des eaux et perturbe la dynamique des cours d'eau sur toutes ces phases. On note l'augmentation de la turbidité, la pollution par le déversement des hydrocarbures et le mercure, les Matières En Suspension (MES), la déviation du chenal, la modification de la dynamique du cours d'eau, le colmatage du chenal et l'assèchement des cours d'eau. Le degré de perturbation de ces impacts dépend du rythme d'exploitation du minerai.

Le déversement d'huile et d'hydrocarbures lors du fonctionnement des motopompes et du moulin servant au broyage du minerai et du mercure pendant la phase de récupération du minerai pourrait avoir des conséquences sur la qualité des eaux souterraines par infiltration.

FIGURE 15.3 | LAVAGE DES SÉDIMENTS À L'EAU, AUGMENTANT PAR LA SUITE LA TURBIDITÉ DES COURS D'EAU À PROXIMITÉ.



15.4.2. Impact sur la déforestation

Le défrichage et la coupe de bois pour l'ouverture des pistes et l'installation des barrages ou digues sur les cours d'eau entraînent la perte du couvert végétal au niveau des sites artisanaux (alluvionnaires) ; même si ce n'est pas observé sur de grandes superficies.

Sur les sites de mine à petite échelle, la préparation et l'exploitation du site nécessitent le défrichage pour dégager la zone à exploiter et la coupe de bois pour l'installation des digues ; ce qui entraîne la perte du couvert végétal.

15.4.3. Impact sur le paysage

La modification du paysage est inévitable avec la perte du couvert végétal et la dégradation du sol par des excavations, des tas de graviers abandonnés, une stagnation des eaux. Cet impact est observé sur tous les sites artisanaux comme ceux de la mine à petite échelle du pays et il est souvent irréversible car aucune mesure d'atténuation n'est proposée.

15.4.4. Impact sur la santé

À défaut d'étude scientifique conduite au Congo des effets sur la santé de l'utilisation du mercure pour l'orpaillage, il est mis en évidence des impacts dus essentiellement à la pénibilité et la dureté du travail.

Dans la majorité des sites miniers congolais, les orpailleurs se confrontés à l'alcoolisme et à la prostitution. Le développement du commerce du sexe va de pair avec l'augmentation de la transmission de maladies sexuellement transmissibles.

L'orpaillage affecte directement et indirectement la santé des orpailleurs. De ce point de vue, les maladies et les conséquences sanitaires peuvent être les suivantes : troubles musculo-squelettiques, paludisme, courbatures, hernies et rhumatismes, maladies infectieuses (maladies diarrhéiques, maladies sexuellement transmissibles), toux, hémorroïdes, constipation et colopathie fonctionnelles, dermatoses.

À cela s'ajoutent la baisse d'acuité visuelle, les douleurs thoraciques, les troubles digestifs, observés surtout chez les bijoutiers.

FIGURE 15.4 | TRANCHÉE CREUSÉE POUR L'EXTRACTION DE L'OR DANS LE MAYOMBE. TRANCHÉE PEU SÉCURISÉE AVEC DES RISQUES D'ÉBOULEMENT SUR LES ARTISANS MINEURS.



15.5. ENJEUX SOCIO-ECONOMIQUES LIES A LA MINE ARTISANALE

15.5.1. Rôle des femmes

Les femmes s'occupent davantage des travaux moins pénibles, tels que le lancement d'eau, le port de la nourriture aux époux sur les chantiers, etc. Elles représentent 5 % de l'effectif total sur les sites miniers. Cependant, sur certains sites, les femmes sont actives sur toutes les phases de l'exploitation, c'est le cas de la localité de Dimonika dans le Mayombe.

15.5.2. Rôle des agriculteurs, éleveurs et artisans-mineurs locaux

En République du Congo, la majorité des orpailleurs vivent en milieu rural, très peu viennent des villes. Ainsi, d'après les études, 70 % des villageois dépendent de l'agriculture. Le secteur agricole représente 35 % des emplois et a contribué au PIB à hauteur de 7,8 % en 2019 (Banque mondiale, 2019) et à 9 % en 2022 (Annexe 2 PPAP-PND, 2022-2026).

Parmi les acteurs pratiquant l'agriculture, on note bon nombre d'orpailleurs. De ce fait, ces deux activités représentent les principales sources de revenus des orpailleurs. Ces derniers pratiquent souvent l'orpaillage de façon saisonnière. En effet, les activités agricoles se pratiquent souvent pendant la saison des pluies. À ce moment, les sites d'orpaillage sont souvent inondés et les rivières deviennent très profondes rendant ainsi l'exploitation artisanale très difficile voire même impossible.

Par ailleurs, l'orpaillage se présente ainsi comme une activité complémentaire utilisée dans le but de gagner de quoi investir dans l'agriculture ou l'élevage. Les agriculteurs et les artisans-mineurs locaux, à la différence des femmes, s'occupent des tâches les plus pénibles comme la prospection, la préparation du site et la production du minerai.

Il sied de noter que les éleveurs s'intéressent moins aux activités d'exploitation artisanale d'or.

15.6. REFERENCES

Banque Mondiale, 2012. République du Congo-Revue du Secteur Minier, Brazzaville, p. 91.

Code minier, 2005. Loi n°4-2005 du 11 avril 2005 portant Code minier en République du Congo, p. 26.

Desthieux F., 1993. Notice explicative de la carte géologique de la République du Congo à 1/1 000 000. Ministère de la Géologie et de l'Énergie, Brazzaville, p. 27.

Kimbouri-Kaya D.M., 2020. L'orpaillage et son impact sur l'environnement dans le secteur de Kingoué, Massif du Chaillu-Congo. Mémoire de Master de Géologie, Université Marien Ngouabi, Brazzaville, p. 90.

Kissama-Mpika C., 2011. L'orpaillage et son impact sur l'environnement du massif forestier du Mayombe. Mémoire de maîtrise, FLSH, Université Marien Ngouabi, Brazzaville, p. 119.

PAN, 2019. Plan d'Action National pour l'extraction minière artisanale et à petite échelle de l'or de la République du Congo, en conformité avec les dispositions de la Convention de Minamata sur le Mercure, Brazzaville, p. 110.

PND, 2018-2022. Annexe Opérationnelle n°1, PPAP 2018-2022, Brazzaville, p. 365.
PNUD, 2013. Stratégie et plan d'action de développement du secteur de l'artisanat minier en République du Congo, Brazzaville, p. 356.

PNUD, 2016. Étude d'évaluation des besoins en renforcement des capacités des orpailleurs des sites-pilotes en République du Congo, Brazzaville.

Solo G.B.K., 2011. L'orpaillage et son impact sur l'environnement du massif forestier du Mayombe : cas du secteur de Dimonika, Mémoire de Maîtrise de géographie physique, Faculté des Lettres et des Sciences Humaines, Université Marien NGOUABI, Brazzaville, p.74.



16. Enjeux du secteur minier artisanal à Djibouti et rôle de la Direction Générale des Ressources Naturelles

Par Hamda HASSAN WAIS et Mahdi ROBLEH IDLEH
Direction des Ressources Naturelles, Ministère de l'Énergie

16.1. CONTEXTE GEOGRAPHIQUE DE DJIBOUTI

16.1.1. Démographie de Djibouti

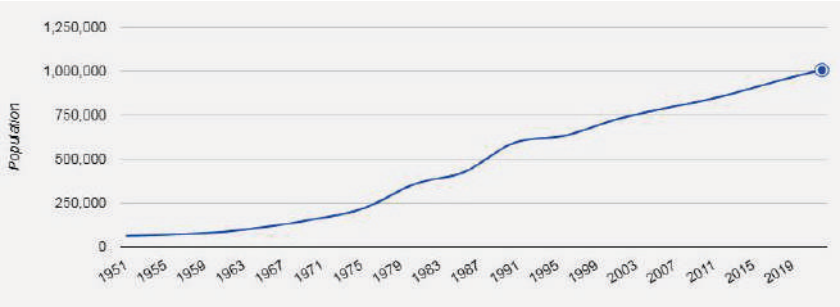
La République de Djibouti est un pays indépendant depuis le 27 juin 1977, situé à la corne de l'Afrique. Sa superficie est de 23 000 km^2. Djibouti est entouré par l'Éthiopie au sud et à l'ouest, l'Érythrée au nord, la Somalie au sud, et possède une façade maritime longue de 314 km, de la mer Rouge à l'océan Indien, en passant par le détroit de Bab el Mandeb le séparant du Yémen.

La première évaluation du nombre d'habitants à Djibouti a été établie en 1906 (période coloniale), et indiquait 208 061 habitants répartis sur 120 000 km^2 (Augustin, 1974). En 1913, la population de la colonie de la ville de Djibouti était estimée à 16 693 habitants.

Le premier recensement a été effectué en 1921, et dénombrait 64 774 habitants, suivi de celui de 1931 (avec les mêmes méthodes) qui dénombrait 69 790 habitants, puis un déclin démographique a eu lieu en 1936 (49 391 hab.) et en 1946 (44 796 hab.), lié au blocus de la Seconde Guerre mondiale. En 1951, l'Administration française annonçait 61 769 habitants. Or en 1961, l'INSEE (institut statistique français) précisait que « la population de la CFS (ndlr Côte française des Somalis) n'a jamais fait l'objet de recensement mais simplement d'estimations officielles » (Augustin, 1974). En 1972, 98 183 habitants « non-européens » sont recensés par identification directe.

Le premier recensement après l'indépendance, en 1983, décomptait 273 974 habitants, mais le chiffre est relevé à 341 000 pour tenir compte des espaces non visités (Lopez-Escartin, 1983). En 2009, 818 159 habitants sont recensés dans le pays, dont 577 933 en zone urbaine. Puis en 2017, on dénombrait 948 249 habitants dont 502 844 hommes (53 %) et 445 405 femmes (47 %). Enfin, selon les projections de l'INSD (Institut National de la Statistique de Djibouti), la population totale atteindrait 1 020 333 habitants en 2022 (Figure 16.1).

FIGURE 16.1 | ÉVOLUTION DÉMOGRAPHIQUE À DJIBOUTI ENTRE 1951 ET 2022 (INSD).



16.1.2. Économie de Djibouti

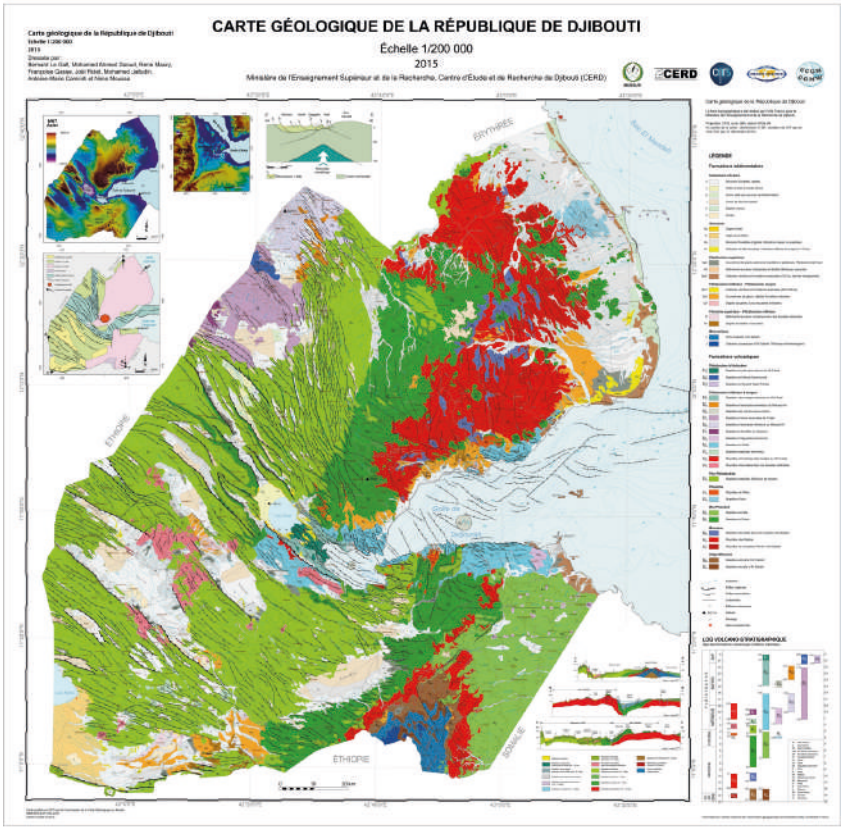
L'activité économique de Djibouti est fortement dominée par le secteur tertiaire, en particulier les activités portuaires, qui représente 77 % de son produit intérieur brut (PIB). Son économie repose sur un complexe portuaire qui figure parmi les plus modernes du monde, renforcé par l'appartenance à des instances régionales telles que la Ligue Arabe, l'Autorité intergouvernementale pour le développement (IGAD) et le Marché commun de l'Afrique Orientale et Australe (COMESA). Cette position lui permet d'attirer des investissements.

Aujourd'hui, selon les estimations de la Banque mondiale et de la Banque africaine de développement, l'exploitation minière représente de 1 à 3 % du PIB en 2015. Le port de Ghoubet, situé à environ 40 km au sud du golfe de Ghoubet, comprend un nouveau terminal pour importer et exporter les minerais ainsi que des entrepôts.

16.2. CONTEXTE GEOLOGIQUE DE DJIBOUTI

16.2.1. Carte géologique de Djibouti

FIGURE 16.2 | CARTE GÉOLOGIQUE SIMPLIFIÉE DE DJIBOUTI À 1/200 000 (2015).



16.2.2. Brève description de la géologie de Djibouti

Les formations géologiques de la République de Djibouti sont volcaniques et sédimentaires (Figures 16.2 et 16.3). Ainsi, les roches volcaniques trouvées à Djibouti résultent du cadre géodynamique lié à une extension crustale, associée au rift continental éthiopien appartenant au Rift Est-Africain (vallée du Rift, rift océanique de la mer Rouge et du golfe d'Aden prolongé par le golfe de Tadjourah). Depuis une trentaine de millions d'années, la séparation des trois plaques tectoniques a mis en place plusieurs séries volcaniques.

En premier, la série des basaltes fissuraux anciens (nommés « série d'Adoleï ») se trouve au sud du golfe de Tadjourah. Ces basaltes se présentent également sous la forme de séries dont l'épaisseur peut atteindre 150 m, de dykes et de sills injectés dans les fractures qui l'affectent et dans les fractures du soubassement sédimentaire. Cette série a été mise en place entre 25,9 et 19,7 Ma, en comparant avec la série rhyolitique qui lui est superposée (Gasse et al., 1985).

Ce sont ensuite les rhyolites de Mabla (15 Ma) qui sont les mieux représentées dans la région de Tadjourah et également au sud du territoire, dans la région d'Ali-Sabieh. Elles recouvrent en concordance les basaltes de la série d'Adoleï et est recouverte en discordance par les basaltes du Dalha au nord de Djibouti et dans la région d'Ali-Sabieh, puis par les basaltes des Somalis à l'est d'Ali-Sabieh. Cette série recouvre aussi en concordance les basaltes fissuraux anciens et se distingue sous la forme de dômes, de dômes-coulées, d'empilement de tufs et d'ignimbrites entre lesquels viennent parfois s'intercaler des ponces, des cinérites et des coulées basaltiques. L'épaisseur peut être importante et ces roches sont souvent altérées par les activités fumeroliennes. Ces roches dérivent des basaltes fissuraux anciens par la cristallisation fractionnée correspondant à une phase d'extension lente au début de rifting.

Affleurent ensuite les basaltes du Dalha au sud du golfe de Tadjourah depuis la région d'Arta jusqu'en Éthiopie et au sud de Dikhil. Cet ensemble se caractérise par un basculement vers le nord-ouest. La série se subdivise en deux ensembles : (1) une série inférieure correspondant à la Formation de Maryam Ad, et (2) une série supérieure correspondant à la Formation de Galemi. Cette série est datée entre 9 et 3,6 Ma.

Contrairement aux basaltes du Dalha, les basaltes des Somalis sont des coulées basaltiques qui affleurent seulement dans la partie sud-est de Djibouti, à l'est de Holhol et dans la région d'Ali-Sabieh. La période de mise en place de cette série correspond à celle des basaltes de Dalha (9 à 3,6 Ma).

Cependant, les basaltes des Somalis se distinguent par leur position géographique, leur faible tectonisation et leurs critères volcanologiques (Gasse et al., 1986). Cet ensemble est formé d'empilements de coulées et repose en discordance sur tout le reste. La faible tectonisation montre que cette zone est restée stable. L'érosion, plus accentuée, permet de la différencier des basaltes du Golfe.

En outre, les basaltes stratoïdes occupent la majeure partie du territoire de Djibouti et les deux tiers de toute la dépression de l'Afar. Son épaisseur peut dépasser 1 500 m, dans la partie centrale de l'Afar, et se sont mis en place entre 3,6 et 1 Ma. La formation est constituée d'empilements de coulées basaltiques avec parfois des intercalations de roches sédimentaires. La mise en place de cette unité correspond à

l'ouverture du golfe de Tadjourah et le mouvement antihoraire de la plaque Danakil il y a 3,4 Ma. Au cours de la mise en place, la série a été intensément tectonisée par des fractures nord-ouest et sud-est, qui ont délimité de grands plateaux séparés par les bassins sédimentaires de Gobaad, d'Hanlé, de Gaggadé et d'Assal.
Enfin, les basaltes du Golfe (ou basaltes Initiaux des bordures du Golfe) affleurent uniquement de part et d'autre du golfe de Tadjourah. Ces basaltes se sont mis en place lors de l'ouverture du golfe de Tadjourah suivi de la mise en place de la dépression (Gobaad, Hanlé, Gaggadé, Asal-Ghoubbet, etc.). Les basaltes du Golfe ont une position géographique typique, autour du golfe de Tadjourah daté entre 2,8 et 1 Ma. Ils sont formés de coulées basaltiques avec l'intercalation de niveaux sédimentaires, des scories et des paléosols. Ils sont caractérisés en surface par une importante altération en boule.

En ce qui concerne les formations sédimentaires, elles occupent mois de surface que les roches volcaniques et se retrouvent dans les grands bassins sédimentaires (Gobaad, Hanlé, Gaggadé, etc.), le long des principaux oueds et des zones d'altération sur les plateaux basaltiques. La côte nord du golfe de Tadjourah, la côte entre Obock et Doumeira et la plaine littorale de Djibouti sont sédimentaires. La plupart des sédiments ont été retrouvés intercalés dans les basaltes de Dalha et des basaltes stratoïdes.

Ainsi, les formations sédimentaires les plus anciennes du socle d'âge Jurassique-Crétacé se retrouvent dans la région d'Ali Sabieh et correspondent aux formations d'avant la mise en place des activités volcaniques connues dans la région de la dépression de l'Afar, il y a 65 Ma. Ces formations représentent la partie terminale nord du horst d'Aisha en Éthiopie. Dans la partie sud et sud-est d'Ali Sabieh, se trouvent les calcaires marins du Jurassique. La série se compose de calcaires massifs pyriteux, de calcaires gréseux à ammonites, de calcaires compacts, de calcaires marneux et de marnes gypsifères.

De même, les formations sédimentaires d'âge Pliocène supérieur, dans la série des basaltes stratoïdes, s'observent surtout au sud-est du bassin de Dikhil, où elles atteignent plusieurs dizaines de mètres d'épaisseur. Elles sont incluses dans les coulées de la série stratoïde inférieure. Ces sédiments sont antérieurs aux basaltes de la série stratoïde moyenne. Ensuite, il s'agit d'une accumulation d'abord riche en éléments détritiques grossiers (conglomérats et limons sableux) surmontés d'un niveau de hyaloclastites et de sédiments fins plus franchement aquatiques (argiles, marnes et calcaires lacustres).

Les formations d'âge Pléistocène inférieur et moyen sont des dépôts fluviatiles et de couverture de glacis. On y distingue la couverture du glacis supérieur de Dikhil, les alluvions fluviatiles grossières et les sables à ossements des bassins du Dikhil

et Gobaad, des dépôts limoneux et des sables éoliens (Dikhil), ainsi que des sables rouges du sud du Hanlé.

On trouve aussi les dépôts lacustres et palustres dont les faciès varient selon les lieux. Les alluvions fluviatiles et la couverture de glacis du Pléistocène moyen, recoupent toutes les formations antérieures dans les bassins du Gobaad, du Dikhil, et du Hanlé.

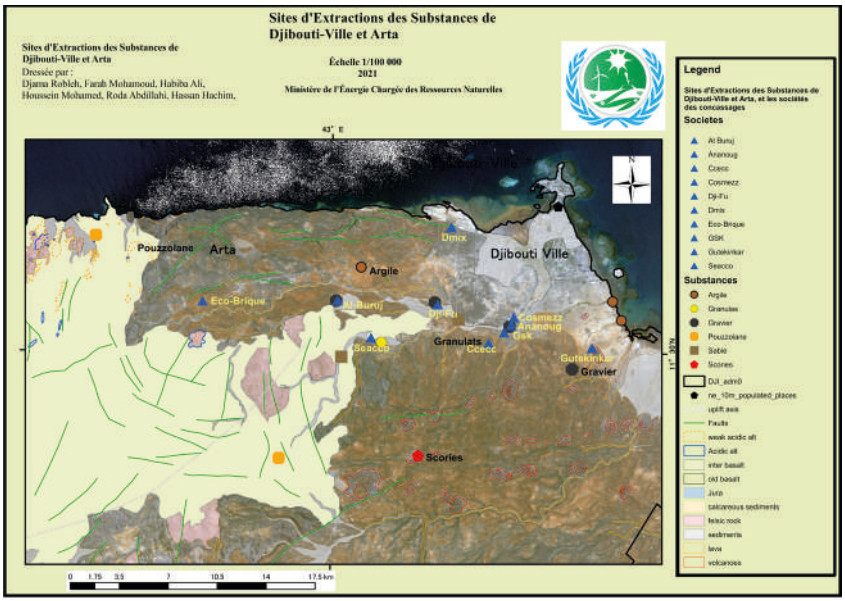
Les formations d'âge Pléistocène supérieur sont des sédiments présents surtout au sud-est du bassin du Dikhil, où ils atteignent plusieurs dizaines de mètres d'épaisseur. Cette série se compose essentiellement d'alluvions fluviatiles (limons, graviers et galets), de sédiments lacustres siliceux et argileux, de calcaires et de silts lacustres. Lors du Pléistocène terminal apparaissent des dépôts fluviatiles et éoliens sous forme de couverture de glacis. Les formations marines du Pléistocène supérieur correspondent aux calcaires récifaux et aux faciès associés.

En outre, on distingue les formations d'âge Holocène inférieur et moyen (limons fluviatiles, terrasses alluviales et les couvertures de glacis, calcaires et limons lacustres, travertins) témoignant de l'existence de grands lacs occupant les bassins du Gobaad (extension du lac Abhé), du Hanlé-Dobi et du Gaggadé. Associés à ces lacs d'âge Holocène, on trouve des cordons littoraux, des limons argileux correspondant aux faciès régressifs des lacs d'âge Holocène moyen. À l'Holocène supérieur, se distinguent les alluvions fluviatiles, les couvertures de glacis et les cônes d'éboulis. Du Récent à l'Actuel, se forment les formations marines comme les cordons littoraux et les formations lagunaires, ainsi que des formations continentales (alluvions fluviatiles).

16.3. LA MINE ARTISANALE A DJIBOUTI

Aujourd'hui, les activités de la mine artisanale prennent de plus en plus d'ampleur en République de Djibouti (Varet, 2014).

FIGURE 16.3 | CARTE DE RÉPARTITION DES SUBSTANCES EXPLOITÉES EN CARRIÈRE À DJIBOUTI.



Selon « la Loi portant Code minier chapitre 4, article 23, alinéa 2 », l'exploitation minière artisanale se définit comme étant l'exploitation à l'échelle artisanale des substances minérales du régime des carrières qui consiste à extraire les produits marchands par des méthodes manuelles ou traditionnelles, se caractérisant par une très faible mécanisation ou par l'absence de moyens mécaniques (Figure 16.4). Les connaissances actuelles disponibles ne sont pas regroupées dans un seul document, ni même dans une seule institution, ce qui constitue une barrière pour la mise en valeur des substances minérales djiboutiennes.

FIGURE 16.4 | FAIBLE MÉCANISATION ACCOMPAGNANT LES MINEURS ARTISANS.



À Djibouti, les besoins dans ce secteur deviennent de plus en plus importants sous la pression de la croissance que connaissent ce secteur et celui des travaux publics. Pour répondre à ces besoins, les entreprises accroissent leur taille et étendent leur surface d'extraction (Figure 16.5).

FIGURE 16.5 | CARRIÈRE À CIEL OUVERT DE GRANULATS.



Le mode d'exploitation artisanale des carrières le plus actif à Djibouti est basé sur l'extraction manuelle (pioches et de pelles) à ciel ouvert, à l'excavateur, au brise-roche, sans recours aux explosifs, et leur commercialisation directe utilise des camions dont la capacité de transport oscille entre 3 et 7 m^3 (Figure 16.6).

FIGURE 16.6 | CHARGEMENT SUR CAMION DES GRANULATS EXTRAITS EN CARRIÈRE.



16.3.1. Quelles substances exploitées en mine artisanale à Djibouti ?

À Djibouti, l'exploitation artisanale est principalement orientée vers les substances minérales relevant du régime des carrières. Néanmoins, Djibouti étant essentiellement constitué de roches volcaniques et sédimentaires (Figures 16.2 et 16.3), ce sont ces substances qui sont les plus exploitées et qui offrent le plus d'opportunités de développement économique (Touahri, 2016) : rhyolites, ignimbrites (Figure 16.7), perlite, basaltes, argile (Figure 16.8), cônes de scories et pouzzolanes, calcaires, diatomite, sel gemme, et enfin gypse.

FIGURE 16.7 | EXTRACTION ET TRANSFORMATION D'IGNIMBRITE ET DE CALCAIRE.



FIGURE 16.8 | TRANSFORMATION DES ARGILES EXTRAITES DE FAÇON ARTISANALE EN BRIQUES.



16.3.2. Cadre législatif du secteur minier artisanal à Djibouti

Étant donné que les ressources minérales ou fossiles sont des biens de la Nation djiboutienne, l'État assure la mise en valeur de ses ressources. De ce fait, toute activité de recherche, d'exploration ou d'exploitation s'exerce selon les règles de l'art et dans le strict respect des lois et des règlements en vigueur.

Sur le plan national, l'État légifère ou réglemente :

- Loi n°138/AN/16/7e L du 23 juillet 2016 portant Code minier ;
- Décret n°2019-194/PR/MERN portant modèles des cahiers des charges ;
- Arrêté n°2019-125/PR/MERN fixant l'application des dispositions relatives aux rapports trimestriels et annuels ;
- Décret n°2016/MERN/PR relatif aux modalités et procédures d'attribution des titres miniers ;
- Décret n°2016/MERN/PR portant modalités de recouvrement des droits d'établissement d'acte et des redevances superficiaires et minières ;
- Arrêté n°99-0796/PRE portant interdiction d'extraction des matériaux dans certaines zones du district de Djibouti ;
- Arrêté n°2015-121/PR/MAEPERH portant interdiction d'extraction des matériaux dans les zones de captage de la Nappe de Djibouti.

Concernant les lois et les règlements d'ordre global, l'exploitation minière artisanale est assujettie à différents textes :

- Décret n°86-050/PR/MCTT portant organisation de l'Office du Tourisme et de l'Artisanat, prévoit que l'ONTA a un service de protection des sites et de l'environnement ;
- Loi n°45/AN/5L sur les aires protégées terrestres et marines ;
- Loi n°106/AN/00/4L sur l'environnement ;
- Décret n°2011-029/PR/MHUE portant révision de la procédure d'étude d'impact environnemental ;
- Décret n°2004-0065/PR/MHUE du 22 avril 2004.

Sur le plan international :
- Convention internationale sur le commerce des espèces animales et végétales menacées d'extinction (1973) ;
- Ratification de la Convention de Minamata ;
- Vision Minière Africaine (VMA).

16.3.3. Degré d'organisation des artisans-mineurs
Étant donné le faible nombre d'habitants du pays et le niveau de vie de la grande majorité, la demande locale dans ce secteur est faible.

Dans la plupart des cas, l'exploitation minière artisanale se fait de manière illégale. Il y a même des cas où des sociétés détenant un titre minier exécutent leurs travaux d'extraction de manière illégale. Cependant, la Direction des Ressources Naturelles organise des visites inopinées pour saisir les contrevenants et les soumettre à des poursuites judiciaires. Ainsi, la Direction des Ressources Naturelles a octroyé de 2017 à 2022 plus de 20 permis d'exploitations artisanales.

À noter qu'à Djibouti, ce secteur n'a pas encore de syndicats, d'associations ou d'organisations.

Les sociétés qui opèrent dans le secteur de l'exploitation minière artisanale sont de taille moyenne : Al-Gamil, DJI-FU-Sarl, Al-Hamdani, Al-Buruj, Al-Nasri, Nael Cement, Cimenterie d'Ali-Sabieh, COSMEZZ, CCECC, Hawk, Éco-Brique.

16.3.4. Rôle de la Direction des Ressources Naturelles pour accompagner le secteur minier artisanal
Le Gouvernement, dans sa feuille de route, a bien relevé l'importance de ce secteur : « L'activité minière est un réel atout pour l'économie nationale ».

À Djibouti, il n'existe pas de Service géologique national en tant que tel mais une Direction des Ressources Naturelles, qui est un organisme rattaché au ministère de l'Énergie chargé des ressources naturelles. Son rôle est de :
- Délivrer les titres d'exploration ou d'exploitation ;
- Calculer les redevances dues à l'État ;

- Tenir à jour le cadastre minier de toutes les concessions (il faut noter que le pays ne possède pas encore de cadastre minier) ;
- Veiller à l'application du Code minier, du Code pétrolier et de la réglementation en vigueur dans le secteur ainsi qu'à leur amélioration et mise à jour ;
- Suivre et coordonner l'action de tous les opérateurs publics ou privés en matière de gestion et de développement des ressources du sol et du sous-sol ;
- Élaborer avec les partenaires les projets nationaux dans le domaine des ressources naturelles et de suivre leur exécution.

Conjointement avec le ministère de l'Économie et celui chargé des Investissements, il a en charge de la négociation des conventions d'investissements miniers entre l'État et les entreprises minières.

La Direction des Ressources Naturelles a signé conjointement une convention de coopération avec le Centre d'Étude et de Recherche de Djibouti (CERD) pour analyser les échantillons au laboratoire de métallogénie.

16.4. ENJEUX ENVIRONNEMENTAUX ET SANITAIRES LIES A LA MINE ARTISANALE

16.4.1. Impact sur l'eau

Sur l'ensemble du pays, le climat est caractérisé par des précipitations faibles et irrégulières, des températures élevées et une évapotranspiration potentielle intense, l'exposant à la désertification. Le pays connaît des conditions physico-climatiques et écologiques naturellement difficiles. Selon la classification de l'UNESCO, Djibouti se situe dans les zones arides à hiver chaud (20-30°C).

À Djibouti, l'extraction se situe essentiellement dans le lit des oueds, provoquant la perte de milliers de mètres cubes de terres fertiles et empêchant surtout l'infiltration des eaux de crue qui réalimentent la nappe phréatique. Ainsi, les eaux de pluie, au lieu de s'infiltrer, s'évaporent ou ruissellent vers la mer (Caminitti, 2007).

16.4.2. Impact sur la déforestation

Le pays est soumis à un ensoleillement sévère durant presque toute l'année. Les exploitants effectuent une coupe de la végétation pour libérer assez d'espace pour l'extraction. Les espèces végétales les plus touchées sont les acacias.

L'effet le plus direct est le déplacement des espèces animales. Les perturbations du terrain liées à l'exploitation réduisent l'espace vital de nombreuses espèces animales et végétales. Certaines espèces ne tolèrent pas ce changement, comme Balanites racemosa qui est actuellement en voie d'extinction.

16.4.3. Impact sur le paysage

Les émissions de poussière accentuées par le mauvais entretien des pistes d'accès sont l'une des conséquences de la dégradation de l'esthétique paysagère. La circulation des engins utilisés pour l'extraction ainsi que le processus de concassage et de criblage modifient la qualité biologique des sols.

16.4.4. Impact sur la santé

Aujourd'hui, l'ensemble des acteurs de la société soulignent, néanmoins, que les règles de gestion et d'exploitation des carrières présentent souvent des dangers pour l'environnement, la santé et la sécurité, et constitue une menace pour les infrastructures routières des communes ou elle est implantée.

L'ouverture d'une exploitation minière artisanale occasionne inévitablement des modifications de l'état initial. Après l'extraction des matières premières, on remarque le plus souvent des fosses à ciel ouvert qui ne sont pas remblayées et qui forment un réceptacle d'eau en saison de pluie, terreau pour prolifération des moustiques.

Les travailleurs souffrent de certains malaises dont les plus évoqués sont les courbatures, les maux de tête, les blessures au niveau des doigts et des pieds.
Lors de l'exploitation artisanale d'une mine ou d'une carrière, la poussière constitue la principale source de pollution de l'air. Cette poussière est générée par l'extraction (concassage, broyage, criblage), le transport, la manutention et le traitement des substances minérales.

Les émissions de gaz à effet de serre générées par les moteurs des engins de l'exploitation affectent ainsi la qualité de l'air de la zone.
Le bruit des engins d'extraction de même que la circulation des camions de transport peuvent causer des nuisances pour les populations et les espèces animales qui vivent dans les environs de l'exploitation. La poussière et le bruit peuvent engendrer des dysfonctionnements respiratoires et des affections dermatologiques et ophtalmologiques.

En outre, l'intensification des niveaux sonores peut endommager les capacités auditives des riverains et la circulation des engins aura pour effet d'augmenter les risques d'accidents.

16.5. ENJEUX SOCIO-ECONOMIQUES LIES A LA MINE ARTISANALE

16.5.1. Rôle des femmes

À Djibouti, les femmes représentent près de la moitié de la population du pays (47 %). Depuis la création de l'UNFD (Union Nationale des Femmes Djiboutiennes) en 1978, les femmes djiboutiennes voient leur situation s'améliorer. L'élection de S.E.

Ismaïl Omar Guelleh à la Magistrature Suprême, modifie fortement la donne et la promotion du genre est placée au cœur du débat public :

- Création en 2002 d'un Grand prix attribué en fonction du mérite aux femmes ou à une association ou un groupement de femmes œuvrant pour l'amélioration des conditions de vie des femmes dans divers domaines ;
- Nomination d'une femme à la tête de la Cour Suprême ;
- Création d'un Fonds Social de Développement en 2000 pour promouvoir la vie socio-économique des femmes, par l'octroi de microcrédits pour des activités génératrices de revenus ;
- Révision de la loi relative au système de quotas en 2008 qui porte le taux de désignation hommes/femmes à 20 % ;
- Ratification de plusieurs conventions relatives aux droits de la Femme, dont la Convention internationale pour l'Élimination de toutes les formes de Discrimination à l'Égard des Femmes (CEDEF) et la Charte africaine des droits de la Femme.

Toutefois, en dépit des progrès réalisés, les femmes restent encore sous-représentées notamment dans le domaine des mines. Il est important de ne pas perdre de vue les contraintes socio-culturelles auxquelles elles demeurent confrontées.

Dans le domaine de la scolarisation des filles et l'alphabétisation des femmes, les indicateurs affichés restent encore en deçà des objectifs de développement.

16.5.2. Rôle des agriculteurs, éleveurs et artisans-mineurs locaux

L'agriculture djiboutienne emploie plus de 50 % de la population rurale, mais ce secteur ne contribue pas encore de façon efficiente au développement du PIB, et contribue de façon non formelle. Le pays ne compte que très peu de terres arables. Selon la Commission européenne, ce secteur génère moins de 5 % du PIB.

16.6. REFERENCES

Augustin P., 1974. Quelques dénombrements de la population du Territoire français des Afars et des Issas. Pount 13, 27-38 et 14, 15-38.

Caminitti A.M., 2007. Sites géologiques en République de Djibouti, un patrimoine à protéger, 7 p.

Farah I.G., Awaleh M.O. Valorisation des géomatériauxDjiboutiens. Rapport d'Activité CERD (Centre d'Étude et de Recherche de Djibouti).

Feuille de route du Président de la République de Djibouti, 2016. http://www.ministere finances.dj/Publications/FEUILLE%20DE%20ROUTE%20PRESIDENT1.pdf

Gasse F., Fournier M., Richard O., Ruegg J.C., 1985. Carte géologique de la République de Djibouti à 1/100 000, feuille Tadjourah. ISERST. Ministère Français de la Coopération. Éd. ORSTOM, Paris.

INSD, Institut National de la Statistique de Djibouti, 2022.
Lopez-Escartin (Nuria), 1992. Données de base sur la population de Djibouti. Centre français sur la population et le développement.

Loi n°138/AN/16/7e du 23 juillet 2016 portant Code minier.

Loi portant Code minier, chapitre 4, article 23, alinéa 2.

Statistique de Djibouti. https://countrymeters.info/fr/Djibouti

Touahri, Abdourahman Omar Haga, 2016. Inventaires des ressources miniers de Djibouti. Rapport de mission PNUD, p. 336.

Varet J., 2014. Ressources minières de Djibouti. Rapport de mission PNUD, 73 p.



17. Enjeux du secteur minier artisanal au Gabon et rôle de la Direction Générale des Mines et de la Géologie

Par Parfait NANG BIBANG et Oselle BAKADI MIKOLO
Direction Générale des Mines et de la Géologie

17.1. CONTEXTE GEOGRAPHIQUE DU GABON

17.1.1. Démographie du Gabon

Situé dans le golfe de Guinée et à cheval sur l'Équateur, le Gabon est limité au nord-ouest par la Guinée Équatoriale, au nord par le Cameroun, à l'est et au sud par la République du Congo et à l'ouest par l'océan Atlantique sur 800 km. Le Gabon est un pays peu peuplé de 267 667 km². Sa capitale Libreville est située sur la côte.

Le Gabon est divisé en 9 provinces administratives : l'Ogooué-Maritime (Port-Gentil), l'Ogooué-Ivindo (Makokou), le Moyen-Ogooué (Lambaréné), le Haut-Ogooué (Franceville), le Woleu-Ntem (Oyem), l'Ogooué-Lolo (Koulamoutou), la Ngounié (Mouila), la Nyanga (Tchibanga) et l'Estuaire (Libreville, capitale du Gabon).

Disposant d'un climat équatorial, la température moyenne varie entre 22 °C et 32 °C. Selon les régions, la pluviométrie varie de 1 500 à 3 000 mm d'eau par an.

Au Recensement Général de la Population et des Logements de 2013 (RGPL), le Gabon comptait 1 811 079 habitants. En 2017, selon les données de l'Enquête Gabonaise pour le suivi et l'Évaluation de la Pauvreté, le Gabon comptait 1 981 579 habitants. En 2021, la population gabonaise est estimée à 2 311 904 habitants. C'est une population jeune, avec environ 40 % d'habitants ayant moins de 15 ans.

17.1.2. Économie du Gabon

Le pays est recouvert à 85 % par la forêt dense. On y compte plus de 400 espèces d'arbres et l'exploitation forestière constitue une ressource importante pour la nation, à côté des industries extractives (manganèse et surtout pétrole).

Si de nombreuses licences d'exploration ont à ce jour été accordées dans le secteur minier hors pétrole, on dénombre encore très peu de projets actifs ou de taille industrielle, hormis dans le secteur du manganèse (COMILOG et NGM). Le secteur représente aujourd'hui 6 % du PIB, 6,4 % des exportations du pays et emploie 2 000 personnes. Outre le manganèse et l'or, le minerai de fer, dont le Gabon détient des réserves abondantes, figurent parmi les ressources naturelles stratégiques, le sous-sol renferme aussi des métaux comme le niobium, les terres rares, l'uranium, le cuivre, le zinc, etc. Le Gabon a adopté un nouveau Code minier en 2019 dans le but

de clarifier les règles de l'exploitation minière et de donner un cadre plus stable aux investisseurs. Mais les cours mondiaux des matières sont aujourd'hui un handicap sérieux à l'exploitation de ces ressources.

17.2. CONTEXTE GEOLOGIQUE DU GABON

17.2.1. Carte géologique simplifiée du Gabon

FIGURE 17.1 | CARTE GÉOLOGIQUE SIMPLIFIÉE DU GABON.



17.2.2. Brève description de la géologie nationale

Le Gabon est situé à l'extrémité nord-ouest du craton du Congo. Plus généralement, trois grandes unités stratigraphiques peuvent être distinguées : le socle d'âge Archéen et les sédiments d'âge Protérozoïque qui couvrent 75 % du pays, ainsi que la couverture sédimentaire du Phanérozoïque.

Le socle d'âge Archéen correspond au massif du Nord-Gabon et au massif du Chaillu. Les sédiments d'âge Protérozoïque concernent les vallées de l'Ogooué et de la Nyanga. Les sédiments du Phanérozoïque se retrouvent notamment sur les plateaux Batéké et la marge côtière où se trouvent les gisements pétrolifères (onshore et offshore).

Le craton ancien sur lequel se situe le Gabon fait que le pays possède un sous-sol riche en minéraux comme les métaux précieux et les diamants, lié au contexte géologique favorable.

L'exploitation minière industrielle concerne le manganèse dont le Gabon est le deuxième producteur mondial et l'or. La reprise de l'exploitation de l'uranium, stoppée en 1999 (mines de la région de Franceville dans le Haut-Ogooué), est envisagée. Il existe des potentialités en matière de diamant mais l'exploitation industrielle n'est pas encore d'actualité.

La zone de Franceville recèle quelques particularités. On y trouve des réacteurs nucléaires naturels (réacteur nucléaire naturel d'Oklo), aujourd'hui inactifs, datant de 2 milliards d'années environ ainsi que les traces les plus anciennes à ce jour d'organismes multicellulaires macroscopiques (groupe fossile de Franceville), datant de la même époque.

17.3. LA MINE ARTISANALE AU GABON

17.3.1. Quelles substances exploitées en mine artisanale au Gabon ?

Au Gabon, les activités d'exploitation minière artisanale portent à la fois sur les substances de mines et de carrières. Pour ce qui est du régime des mines, la substance la plus exploitée est l'or (Figure 17.2) suivi du diamant. Pour ce qui est des carrières, les principales substances exploitées sont le sable de rivière, les roches massives de diverses natures (pour la production de granulats) et la « pierre de Mbigou » (stéatite pour la sculpture).

FIGURE 17.2 | EXPLOITATION ARTISANALE DE L'OR AU GABON. (A) EXPLOITATION ARTISANALE AURIFÈRE DE BOKA BOKA BOTOUALA (RÉGION OGOOUÉ-IVINDO). (B) EXPLOITATION AURIFÈRE À NTSENKELE. (C) MANŒUVRE À MAYIBOUTH. (D) TRAITEMENT DU MINERAI AURIFÈRE SUR LE SITE DE MEBAGA NGAMA. (E) EXTRACTION DU MINERAI AURIFÈRE SUR LE SITE DE MAYIBOUTH.



17.3.2. Cadre législatif du secteur minier artisanal au Gabon

Le Gabon a adopté un nouveau Code minier en 2019 dans le but de clarifier les règles de l'exploitation minière et de donner un cadre plus stable aux investisseurs.

Le secteur minier au Gabon est régi par des textes et engagements internationaux, ainsi que des lois et des décrets nationaux. Sur le plan international, certains engagements ont été pris notamment dans le cadre de la promotion de la bonne gouvernance avec l'inscription du Gabon au Processus de Kimberley dont le pays est définitivement devenu membre en novembre 2018, et à l'Initiative pour la Transparence dans les Industries Extractives (ITIE) que le Gabon a réintégré le 21 octobre 2021.

Au plan national, le sous-secteur de l'artisanat minier est principalement régi par la Loi n°037/2018 du 11 juin 2019 portant réglementation du secteur minier en République Gabonaise en ces articles 13, 64 à 73. Outre ce texte qui lui est spécifique, l'exploitation minière reste soumise à certaines règles d'ordre général, notamment en matière de protection de l'environnement, d'hygiène, de sécurité et de protection des enfants, etc.

17.3.3. Degré d'organisation des artisans-mineurs

Le secteur de l'artisanat minier au Gabon est caractérisé par un faible niveau d'investissement en équipements à même d'améliorer les conditions de travail artisans

mineurs. L'exploitation artisanale se fait dans la majorité des cas de manière informelle. En effet, sur plus de 6 000 artisans mineurs estimés au Gabon, seulement 1 686 ont, entre 2009 et 2018, sollicité et obtenu des autorisations. En outre, depuis le 17 septembre 2018, du fait de la suspension des activités d'exploitation de l'or par le Gouvernement gabonais, plus aucune autorisation d'exploitation artisanale portant sur l'or n'a depuis ce jour été délivrée. Néanmoins, l'activité artisanale aurifère se poursuit. Les acteurs de cette activité viennent principalement du monde rural. Ils sont renforcés par des jeunes déscolarisés et saisonnièrement des jeunes scolarisés en ville.

Au Gabon, les acteurs de l'exploitation, principalement les propriétaires de trous sont indépendants. Mais sur les sites, de manière informelle, les acteurs intervenants sont principalement : les ouvriers qui exécutent les différentes tâches manuelles, les propriétaires de trous, les bailleurs qui financent certains propriétaires de trous, les acheteurs qui sont le plus souvent les commerçants installés sur le site, le détenteur du site qui le gère, organise les installations et joue le rôle d'arbitre en cas de litiges entre acteurs. Sur ces sites, les acteurs ne sont regroupés ni en organisations sur site, ni en syndicats ni même en coopératives, en groupements, en associations locales d'orpailleurs ou en organisations de la société civile, et ce malgré la volonté administrative de les y encourager.

FIGURE 17.3 | EXEMPLES DE « VILLAGES » DE MINEURS ARTISANS. (A) ET (B) EXEMPLE DU CAMP DE NDANGUI EN 2012. (C) HABITATION DE FORTUNE D'UN CAMP. (D) RESTAURANT POUR LES MINEURS ARTISANS.



17.3.4. Rôle de la Direction Générale des Mines et de la Géologie pour accompagner le secteur minier artisanal

Au Gabon, le Service géologique national, ici représenté par la Direction Générale des Mines et de la Géologie (DGMG), travaille en synergie avec son ministère de tutelle et d'autres services rattachés dans l'accompagnement du secteur de l'artisanat minier. Outre son rôle premier dans le développement de l'infrastructure géologique et minière du pays, la DGMG à travers le Service Artisanat Minier (SAM), a également comme autres missions de :

- Délivrer les autorisations d'exploitations artisanales, de collecte, de commercialisation et de circulation des substances précieuses et stratégiques ;
- Proposer et mettre en œuvre toute mesure permettant l'amélioration de la production des exploitations artisanales ;
- Veiller au respect des obligations techniques fixées par la réglementation en vigueur ;
- Assister les artisans mineurs ;
- Suivre la production des artisans mineurs et estimer le potentiel des différentes exploitations artisanales.

17.4. ENJEUX ENVIRONNEMENTAUX ET SANITAIRES LIES A LA MINE ARTISANALE

La pollution de l'eau, la perte de biodiversité, l'érosion et la pollution des sols, la formation de puits sont parmi les impacts de l'industrie minière sur l'environnement. En dehors d'un cadre clair et d'une bonne gouvernance, les mines sont connues pour causer de graves problèmes environnementaux.

L'exploitation artisanale est une forme d'exploitation minière manuelle et traditionnelle qui s'applique aux indices minéralisés contenant certaines substances ou à des gisements dont la preuve a été apportée qu'une exploitation industrielle ne serait pas économiquement rentable.

Le Gabon est recouvert a près de 80 % de forêt, dispose d'un climat équatorial avec des températures moyennes variant entre 22 °C et 32 °C et d'une pluviométrie variant selon les régions, entre 1 500 à 3 000 mm d'eau par an. Au Gabon, l'exploitation minière artisanale est définie comme toute opération qui consiste à extraire des substances minérales utiles par des méthodes et procédés rudimentaires, manuels, traditionnels ou semi-mécanisés et qui se déroule principalement dans les alluvions voire les colluvions.

17.4.1. Impact sur l'eau

L'exploitation minière artisanale au Gabon est principalement aurifère, et qui plus est alluvionnaire. L'une des conséquences directes est l'utilisation accrue et anarchique de l'eau pour la récupération et la concentration de l'or par lavage. Pour

extraire l'or localisé dans les horizons de gravier minéralisé, les artisans doivent auparavant excaver le mort-terrain sur près de 2 m de profondeur en moyenne. Le gravier aurifère, souvent mélangé à de la boue est ensuite lavé dans des caisses dites de débourbage. Après lavage, l'or est ensuite récolté par simple mouvement gravitaire. Cette technique, qui exclut à ce jour l'utilisation de produits chimiques prohibés (ex. cyanure), repose principalement sur l'abondance de l'eau et le potentiel en gros or des flats aurifères. L'approvisionnement en eau est garanti en toutes saisons par l'utilisation de motopompes, seul système mécanique autorisé dans ce type d'exploitation.

Du fait de la présence de l'or emprisonné dans les sédiments au fond de certains grands cours d'eau, l'exploitation minière perturbe les rivières des régions exploitées. Le brassage des sédiments au niveau des sites miniers conduit à la mise en suspension de particules dans les cours d'eau. Ces derniers présentent alors des concentrations de particules en suspension élevées par rapport au niveau d'avant l'exploitation, avec comme conséquence une eau turbide qui provoque une hausse de la mortalité chez les animaux et les plantes.

FIGURE 17.4 | EXTRACTION ET LAVAGE DU MINERAI AURIFÈRE GÉNÉRANT IN FINE LA MISE EN SUSPENSION DE PARTICULES DANS LES COURS D'EAU ET AUGMENTANT LEUR TURBIDITÉ, IMPACT NOCIF POUR LA BIODIVERSITÉ AQUATIQUE. (A) EXTRACTION À LANCE-MONITOR. (B) EXPLOITATION DU GRAVIER DU LIT VIF À IKOYE. (C) LACAGE DU MINERAI AURIFÈRE. (D) PÉPITE ET PAILLETTES D'OR APRÈS LAVAGE ET CONCENTRATION. (E) MAUVAIS LAVAGE DANS UN SLUICE TROP COURT.



17.4.2. Impact sur la déforestation

L'exploitation minière artisanale nécessite la coupe des arbres pour la construction des bases vie proches des sites d'extraction, et va également engendrer la coupe d'autres arbres pour dégager les zones d'extraction. À noter que ces coupes sont essentiellement limitées à la superficie nécessaire à la construction des habitations et n'affectent que les arbres gênant cette construction. Ainsi, l'impact de la déforestation est fonction du nombre de personnes présentes sur site. L'exploitation minière étant majoritairement alluvionnaire, le nombre d'arbres abattus sur le site d'extraction est souvent réduit au minimum. En somme, l'exploitation minière artisanale contribue au déboisement et à la déforestation de manière plus ou moins importante selon les sites miniers. Lors de l'exploitation minière, c'est une action qui demeure néanmoins quasi systématique étant donné que la forêt couvre près de 80 % du territoire gabonais avec des impacts plus moins importants sur la biodiversité.

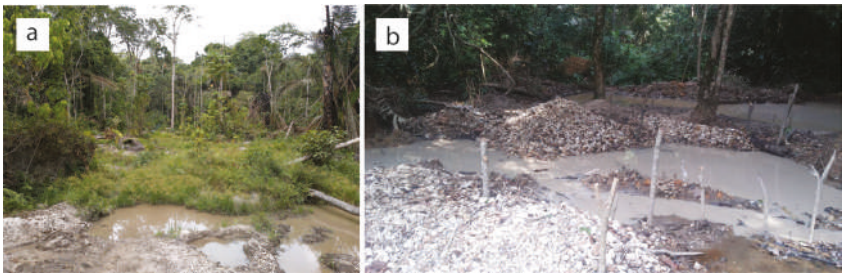
FIGURE 17.5 | DÉFORESTATION LIÉE À L'EXPLOITATION ARTISANALE DE L'OR. (A) ET (B) DÉGRADATION DU MILIEU FORESTIER DANS UNE ZONE HUMIDE SENSIBLE À MINVOUL. (C) LES ARBRES SONT ABATTUS POUR ACCÉDER AUX NIVEAUX AURIFÈRES. (D) D'ANCIENS TRONCS D'ARBRE, COUPÉS, SONT CLAIREMENT VISIBLES DANS UNE FOSSE D'EXTRACTION À IKOYE.



17.4.3. Impact sur le paysage

Le fait de creuser des trous pour atteindre le gravier aurifère à ciel ouvert le long des cours d'eau induit une détérioration du paysage. On note une dégradation des sols avec la perturbation de leur structure, des trous abandonnés sans aucune précaution prise pour leur sécurisation et le revêtement des lieux. L'envasement des zones humides par le déversement des boues de traitement crée un paysage dégradé. En outre, le drainage minier acide va occasionner par la suite, la mise en solution de métaux lourds présents naturellement dans la roche causant ainsi une pollution des sols et des eaux.

FIGURE 17.6 | (A) ET (B) DÉTÉRIORATION DU PAYSAGE FORESTIER AVEC LE CREUSEMENT DE FOSSES ET L'AMONCELLEMENT DE GRAVIERS. (C) L'UN DES NOMBREUX FRONTS DE TAILLE OUVERTS LE LONG DES PENTES PAR LES LANCES MONITOR.



17.4.4. Impact sur la santé

L'exploitation minière artisanale étant principalement portée sur l'or et donc essentiellement alluvionnaire, les artisans mineurs sont exposés aux maladies liées à l'eau. C'est notamment le cas des infections dont l'agent est véhiculé passivement par l'eau et lié à la qualité de l'eau (salmonelles, choléra, amibes, rotavirus, diarrhées, ou hépatite A, poliomyélite, etc.). Il y a aussi les maladies dont l'agent causal a un cycle comportant une phase aquatique obligatoire (ex. bilharziose) et les maladies dont le vecteur se reproduit ou pique à proximité de l'eau (ex. moustique : paludisme, fièvre jaune, etc.).

Outre les maladies liées à l'eau (la plus fréquente demeure le paludisme), les symptômes de troubles musculo-squelettiques affectent les artisans mineurs. En effet, de par leurs différents postes de travail (creuseur, fonceur, brouettiers, pelleurs, tourneurs), les artisans sont davantage exposés aux douleurs dorsales ou aux douleurs au niveau des membres supérieurs et inférieurs.

En outre, il existe plusieurs autres problèmes comme la prévalence de maladies infectieuses (ex. VIH/SIDA, tuberculose), ainsi que le taux de blessures professionnelles (chute, coupure, brûlure, etc.).

17.5. ENJEUX SOCIO-ECONOMIQUES LIES A LA MINE ARTISANALE

17.5.1. Rôle des femmes

Les femmes sont impliquées mais en nombre réduit dans l'exploitation minière artisanale. Au Gabon, les femmes sont impliquées de multiples façons. Elles accompagnent souvent leur mari ou conjoint dans l'exploitation. Ainsi, elles sont aussi souvent accompagnées de leurs enfants. Désormais, les femmes sont de plus en plus présentes sur les sites miniers, tiennent différents rôles (ex. concentrer ou laver le minerai) souvent moins rémunérateurs que ceux des hommes. Dans de rares cas, elles peuvent néanmoins devenir propriétaires de trou.

En revanche, les femmes participent de façon importante à l'économie secondaire du site minier (ex. restauration, alimentation, tenancières de bar, etc.). Au final, l'exploitation minière artisanale peut souvent s'avérer être une source significative de revenus pour les femmes. Une grande partie de ces revenus est réinvestie pour leur famille et induit une meilleure santé, des opportunités d'études pour les enfants. Malgré leur contribution importante, le rôle des femmes dans l'exploitation minière artisanale demeure souvent sous-estimé.

FIGURE 17.7 | DE DOS EN BLEU, FEMME CHEFFE D'ÉQUIPE ET PROPRIÉTAIRE DE TROU.



17.5.2. Rôle des agriculteurs, éleveurs et artisans-mineurs locaux

L'agriculture, essentiellement de subsistance, est très peu impactée par l'activité minière artisanale. L'exploitation minière artisanale est pratiquée depuis peu de temps au Gabon (1934). Or la tendance est à la croissance pour cette activité car de plus en plus pratiquée par les populations autochtones, et plus spécifiquement dans les zones rurales. En revanche, les populations bénéficient rarement d'un encadrement adéquat, alors que l'activité minière artisanale constitue un moyen efficace et efficient de lutte contre la pauvreté. Le caractère informel de cette activité mériterait d'être mieux encadré, car elle représente une source certaine de recettes parafiscales pour l'État. Il est vrai qu'actuellement, cette exploitation est peu comprise et ne bénéficie pas d'un bon encadrement, suscitant à la fois interrogation et convoitise.

C’est surtout le cas lorsque la mine artisanale se pratique de manière informelle sur des concessions réservées à des activités formelles (exploitation forestière, minière et parfois agricole). En effet, les droits de ceux qui détiennent ces concessions doivent normalement être protégés par l’État, conformément aux dispositions pertinentes du Code minier.



18. Enjeux du secteur minier artisanal en Guinée Équatoriale et rôle du Département des Mines et Carrières

Par Ponciano Edu NDONG NZANG et Rosario Obono GOPEGUI MANGUE
Département des Mines et Carrières, Ministère des Mines et Hydrocarbures

18.1. CONTEXTE GEOGRAPHIQUE DE GUINEE EQUATORIALE

18.1.1. Démographie de la Guinée Équatoriale

La Guinée Équatoriale est un pays d'Afrique Centrale d'une superficie de 28 052 km^2 composé de la région continentale du fleuve Muni et de cinq îles volcaniques. La capitale, Malabo, est située sur l'île de Bioko. Comme tous les pays proches de l'équateur, la Guinée Équatoriale a un climat tropical, il n'y a pas de différences significatives entre les saisons. Le pays enregistre 1 449 891 habitants dans son intégralité selon le dernier recensement réalisé en 2021, ce qui le place à la 152e position sur 196 pays. Cela représente une densité de population de 52 hab./km^2. Le taux de mortalité est de 9 ‰, l'espérance de vie est de 58,1 ans pour les hommes et de 60,3 ans pour les femmes. Le taux de fécondité est de 4,35 enfants par femme et le taux de croissance démographique est de 3,3 %.

18.1.2. Économie de la Guinée Équatoriale

La République de Guinée Équatoriale en termes de revenu par habitant est l'un des pays les plus riches d'Afrique. La découverte et l'exploitation d'importantes réserves de pétrole et de gaz naturel ont contribué à une forte croissance de l'économie, mais la fluctuation des prix internationaux du pétrole a entraîné de grandes variations du taux de croissance du PIB au cours des dernières années. Jusqu'en 1996, la richesse du pays reposait sur l'agriculture et la pêche, avec des produits tels que le cacao et le café, la canne à sucre, divers fruits, etc. Cela dépend aussi de l'élevage, de l'exploitation du bois, etc. Mais la découverte d'importants gisements de pétrole en a fait l'un des principaux exportateurs de pétrole.

Avant l'indépendance de la Guinée Équatoriale, la production de cacao rapportait d'importants revenus au pays. En 1950, cette production avait déjà permis au pays d'avoir le revenu par habitant le plus élevé de toute l'Afrique, comme cela s'est produit aujourd'hui avec la production de pétrole. La découverte d'importantes réserves de pétrole en 1996 et leur exploitation ont entraîné une augmentation spectaculaire des recettes publiques. En 2004, la Guinée Équatoriale est devenue le troisième producteur de pétrole d'Afrique subsaharienne. Sa production de pétrole est passée de 220 000 barils de brut deux ans plus tôt à 360 000 barils de brut.

Cependant, l'agriculture de subsistance est l'une des activités les plus répandues parmi la population. Bien que la production de cacao ait été importante en Guinée Équatoriale coloniale, la négligence de l'économie a diminué le potentiel de croissance basée sur l'agriculture. Cependant, le gouvernement a déclaré son intention de réinvestir une partie des bénéfices pétroliers dans l'agriculture. En ce qui concerne la pêche, les efforts déployés par le ministère de la Pêche et de l'Environnement doivent être reconnus. Depuis 2004, des efforts ont été déployés pour mettre fin aux mauvaises pratiques de pêche, en essayant d'éliminer totalement la « pêche pirate » en appliquant des réglementations internationales et des éléments de contrôle.

L'exploitation minière est un contributeur-clé à la croissance économique et à la création d'emplois en Afrique de l'Ouest et Australe et nous croyons sincèrement qu'il est temps pour la Guinée Équatoriale d'entrer dans la course afin de développer son potentiel minier, ce qui est une priorité fondamentale pour le programme de diversification économique du gouvernement du pays. Ce secteur pourrait générer des milliers d'emplois à l'avenir. Le ministère des Mines et des Hydrocarbures de Guinée Équatoriale a organisé son premier appel d'offres minier en 2019, où il a signé cinq contrats miniers avec trois sociétés différentes. Trois contrats de prospection ont été signés avec Blue Magnolia dans le bloc B pour la bauxite et les métaux précieux, le bloc K pour l'or et le bloc H pour l'or, la bauxite, les métaux communs et les minerais de terres rares. Enfin, un contrat de prospection a été signé avec Shefa Gold à Evinayong pour le platine, le palladium, l'argent, le chrome, le cuivre, le magnésium, le phosphore, le minerai de fer et les minéraux connexes.

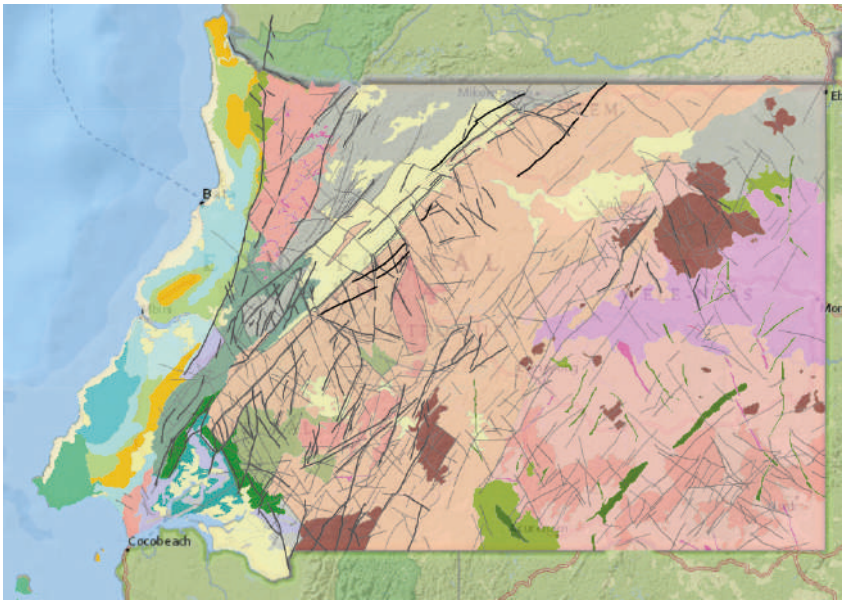
Le pays présente également d'autres anomalies et a identifié des minéraux inexploités tels que le titane, le diamant, le minerai de fer, le manganèse, la bauxite, etc., à la suite des résultats des évaluations des études d'exploration menées dans le pays. L'or alluvial est exploité depuis l'époque coloniale et à ce jour principalement par la population locale adjacente aux zones identifiées. Les exploitants sont aujourd'hui regroupés et légalisés, ce qui influence et contribue positivement à l'économie.

Il est à noter qu'après avoir découvert d'importants gisements d'or alluvionnaire lors d'opérations d'exploration par la société Shefa Gold, dans le permis Ayene, un contrat d'exploitation d'Alluvial Gold a été négocié. Cette activité a généré plus de 180 emplois pour les Équatoguinéens et la société a absorbé la plupart des membres des groupes d'extraction artisanale d'or alluvionnaire dans le district de Niefang.

18.2. CONTEXTE GEOLOGIQUE DE LA GUINEE ÉQUATORIALE

18.2.1. Carte géologique simplifiée de la Guinée Équatoriale

FIGURE 18.1 | CARTE GÉOLOGIQUE DE LA GUINÉE ÉQUATORIALE (EG RONDA 2019 MINING).



18.2.2. Brève description de la géologie de la Guinée Équatoriale

La surface de la Guinée équatoriale est située dans deux régions fondamentales : une continentale traditionnellement connue sous le nom de Rio Muni et une autre insulaire qui couvre un ensemble d'îles et d'îlots, parmi lesquels se distinguent l'île de Bioco, Annobon, Corisco, Elobey grande et Elobey chico.

Le Rio muni est essentiellement composé de terrains cristallins et métamorphiques qui constituent le substrat, qui semblent prolonger le groupe du Ntem défini dans le sud du Cameroun. Ils sont également abondamment développés au Gabon, aux confins de (Makokou Zocalo) et au sud (Crystal Mountains) du fleuve Muni. Ces terres sont d'âge archéen ou catarquéen (auparavant 2 600 Ma). Ils sont couverts dans le nord-est de la Guinée continentale par des formations de gneiss et de micaschistes provenant du prolongement de la série de montagnes Nisus du sud-est du Cameroun, considéré comme l'âge probable du Protérozoïque inférieur. Au sud-est, les formations schistoarensas et arc de la partie orientale de Cogo constituent apparemment le prolongement des formations de grès-schiste du Protérozoïque

supérieur du bassin de Noya au Gabon. (Rapport du BRGM Prospection systématique en Guinée Equatoriale 1981)

Les plaines côtières, qui représentent moins de 15% du territoire, sont composées de terres sédimentaires d'âge secondaire et tertiaire. Les séries tertiaires n'émergent pas sur le continent, mais sont connues en mer, pour le travail pétrolier (Cf. Chevron Oil Report 1972).

La constitution territoriale insulaire montre des différences importantes avec les terres qui composent la région continentale, qui envie la diversité des processus qui se sont déroulés tout au long de son histoire géologique. Les principales caractéristiques de cette disparité se manifestent dans la pétrographie et les systèmes hydrographiques, la géomorphologie et la tectonique.

L'île de Bioco est de genèse volcanique et volcanosédimentaire et est un élément de plus dans la constitution de la soi-disant « Ligne volcanique du Cameroun ». La composition des lithes est fondamentalement basaltique, bien qu'il soit courant de localiser de petites formations formées par des différenciations de chymismo plus felsique. Actuellement, les matériaux volcaniques de composition basaltique sont altérés et érodés, et forment de puissantes couches éluviales, déposées au pied de la pente et des coluvions sur lesquelles se développe un sol de plusieurs mètres d'épaisseur, avec une fertilité manifeste caractérisée par ces latitudes. Ces sols sont utilisés dans l'agriculture intensive, les légumes, les pépinières et dans la culture de grands arbres pour l'industrie du bois.

Selon les caractéristiques des matériaux et la structure géomorphologique des bâtiments volcaniques, il y a eu une grande activité éruptive dans le passé géologique, prédominant des épisodes explosifs qui ont contribué à de grands volumes de pyroclastes sous forme de bombes volcaniques, de scories, d'ignimbrites, de cendres et d'autres matériaux.

18.3. LA MINE ARTISANALE EN GUINEE ÉQUATORIALE

L'activité minière artisanale en Guinée Équatoriale a été réalisée depuis l'époque coloniale jusqu'à aujourd'hui, avec une utilisation de ces gisements d'agrément dans certains points à fort potentiel dans la région continentale, sous la supervision complète du département tuteur. Actuellement, il s'agit d'une occupation économique, comme d'autres activités telles que : l'agriculture, la pêche, etc.

FIGURE 18.2 | DIFFÉRENTES ILLUSTRATIONS DE SITES MINIERS ARTISANAUX EN GUINÉE ÉQUATORIALE.



18.3.1. Quelles substances exploitées en mine artisanale en Guinée Équatoriale ?

L'activité minière d'exploitation artisanale en République de Guinée Équatoriale est axée uniquement sur l'exploitation de l'or alluvionnaire et constitue une exploitation écologique, car elle n'utilise aucun produit chimique pour son traitement, bien que, d'une certaine manière, les mineurs artisanaux signalent au ministère toutes les anomalies d'autres minéraux et roches trouvés au cours du processus d'exploitation.

18.3.2. Cadre législatif du secteur minier artisanal en Guinée Équatoriale

L'activité minière artisanale est exercée dans le cadre des lois internationales sur l'industrie minière dans cette modalité d'activité minière et aussi les lois et règlements nationaux établis sur cette activité. Au niveau international, certains engagements ont été pris en matière de bonne gouvernance et d'exploitation rationnelle des roches et des minéraux, comme la Convention de Minamata sur la répression de l'utilisation du mercure, signée et ratifiée par le Gouvernement Équatoguinéen.

L'activité minière artisanale en Guinée équatoriale est réglementée par la loi n°1/2019 du 29 novembre sur les mines et le règlement n°1/2020, daté du 13 avril, sur les opérations minières en République de Guinée Équatoriale.

L'article 55 de la loi minière fait référence à la licence d'exploitation artisanale, qui accorde au bénéficiaire le droit exclusif d'extraire des substances minérales qui se trouvent dans les Limites de la zone soumise à la licence, sous certaines conditions et à une profondeur compatible avec la sécurité des travailleurs, telle que détermi-

née par les dispositions légales en vigueur, et l'article 108, paragraphe d), exempte les mineurs artisanaux du paiement de la redevance. De surface, ils n'ont qu'à s'inscrire auprès du ministère et obtenir le certificat correspondant.

18.3.3. Degré d'organisation des artisans-mineurs

Depuis 2019, et après l'approbation de la nouvelle loi minière, le ministère des Mines et des Hydrocarbures de Guinée Équatoriale a lancé le projet sur la régularisation de l'exploitation minière artisanale, afin qu'elle puisse être réalisée selon les exigences de l'industrie minière tant au niveau international que national et après avoir vérifié que dans le secteur minier artisanale Le manque de capacités des mineurs artisanaux en termes de sécurité et de santé au travail, la mauvaise organisation de ceux-ci, la prédominance de l'activité informelle et clandestine, les achats et ventes illégaux, les équipements inadéquats et défectueux, qui ont eu par conséquent un impact sur des impacts environnementaux considérables, peu d'implication de l'ensemble de la population, un rendement plus faible, pertes considérables des minéraux exploités, zones dégradées, tout cela résulte de cette activité d'exploitation artisanale et afin qu'elle ne soit pas menée clandestinement et éradiquer la persistance des problèmes observés, nous avons procédé à l'identification de la population résidente dans les conseils municipaux où cette activité est menée, le tout dans le but qu'ils puissent former des groupes et que le ministère les légalise à son tour, l'extension des certificats d'exploitation artisanale, afin de suivre de près les opérations menées ...

Après la légalisation des groupes, le ministère a fait don de matériel minier (pics, pelles, équipements de protection individuelle, brouettes, détecteurs de métaux, pompes, gouttières modernes, etc.), tout cela, pour améliorer les techniques d'exploitation et obtenir de meilleures performances et une plus grande productivité, ainsi que pour offrir une formation dans les domaines de l'exploration, de l'exploitation, du traitement, de l'étude d'impact environnemental et de la fermeture et de la restauration des domaines exploités, toutes ces activités ont été développées dans le cadre des campagnes de sensibilisation menées par le Département des tuteurs dans tout le pays, tant pour les groupes miniers que pour les autorités civiles et militaires.

Dans le même temps, le ministère des Mines et des Hydrocarbures a créé une plateforme pour absorber la production de tous les groupes, le tout dans le but d'éradiquer les achats et les ventes illégaux, qui affectent par conséquent les aspects négatifs et affectent de nombreux pays africains.

Actuellement, le ministère des Mines et des Hydrocarbures, veut entrer dans la deuxième phase de restructuration des mineurs artisanaux, avec la création de zones spéciales puisqu'une grande partie d'entre eux, travaillent dans les zones accordées

aux grandes entreprises, ce qu'ils veulent réaliser avec cela est d'éradiquer les exploitations illégales et clandestines.

L'exploitation minière artisanale fait partie du spectre des activités minières dans le pays, car quels que soient les groupes, de grandes entreprises telles que Shefa Gold et Blue Magnolia.

18.3.4. Rôle du Service géologique national pour accompagner le secteur minier artisanal

La loi n°1/2019 du 29 novembre 2019 sur les mines de la République de Guinée Équatoriale, dans son article 17, parle de la création du Service géologique national, où ladite entité fonctionnera sous la tutelle du ministère, dont elle dépendra hiérarchiquement, fonctionnellement et organiquement et sera responsable de l'exécution des fonctions suivantes :

- Développer et entretenir l'infrastructure du Service géologique national ;
- Préparer et mettre à jour les différentes cartographies et cartes géologiques nationales. ;
- Mettre en œuvre les grandes lignes de la recherche géologique et des relations avec les données et la gestion des ressources minérales, géologiques, hydriques, environnementales, ainsi que l'utilisation des sols et du sous-sol, la gestion des risques géologiques, la réalisation de travaux liés au génie civil et aux travaux publics et autres qui nécessitent ;
- Créer et mettre à jour la base de données d'exploration de données
- Effectuer le contrôle technique et méthodologique des services et des installations des laboratoires de recherche géologique du pays, etc.

18.4. ENJEUX ENVIRONNEMENTAUX ET SANITAIRES LIES A LA MINE ARTISANALE

La Guinée Équatoriale, est un pays qui respecte l'environnement, démontré dans la signature et la ratification de différents accords pour la conservation de la même et les locaux pour lutter contre le changement climatique, il est en ce sens qu'avant de mener toute activité minière, un stade d'impact environnemental (EIE) est préalablement réalisé, pour son évaluation ultérieure pendant le développement de l'activité d'exploitation.

18.4.1. Impact sur l'eau

Au cours de l'activité d'exploitation artisanale, il n'y a pas d'impacts environnementaux considérables, en raison de l'éradication des exploitations clandestines qui pourraient encourir dans les mauvaises pratiques de cette activité d'exploitation artisanale en utilisant des produits qui provoquent des impacts potentiels sur les rivières qui entourent les conseils de villages adjacents aux fermes.

18.4.2. Impact sur la déforestation

Les ressources minières ne sont pas renouvelables, cela ne signifie pas que vous ne pouvez pas mener ce qui est une activité minière durable, en minimisant l'impact environnemental dans les opérations minières artisanales, où il y a une grande usure de la masse forestière, c'est pourquoi il est important de minimiser l'impact environnemental produit par les activités d'exploitation, par conséquent, dans l'exploitation artisanale, il y a beaucoup de dégradation et non de déforestation de ces zones, tandis que dans l'exploitation de l'or alluvionnaire par l'enregistrement de ces affectations, par le défrichement et la découverte des fronts qui donnent accès au gisement, bien que les mesures établies dans l'étude d'impact environnemental (EIE) soient appliquées, atténuer et corriger cet impact, qui est la restauration des zones exploitées (repeuplement d'espèces d'arbres, plantation d'ananas, d'espèces d'arbres fruitiers, etc.).

18.4.3. Impact sur le paysage

La déforestation (défrichage et découverte) des zones dans les opérations minières à petite et moyenne échelle, altère négativement les conditions naturelles du relief, le paysage visuel, le changement de l'environnement, l'érosion, la perte de sol fertile, aspects qui seront atténués avec la mise en œuvre de la restauration des domaines exploités.

FIGURE 18.3 | RÉHABILITATION D'ANCIENS SITES MINIERS ARTISANAUX AVEC REVÉGÉTALISATION.



18.4.4. Impact sur la santé

Indépendamment du fait que l'exploitation minière artisanale en Guinée équatoriale est écologique, la société qui exploite l'or alluvial, exerce ses opérations dans les normes exigées par l'industrie minière, en termes de ne mener aucune pratique qui pourrait affecter la santé des personnes.

De rappeler que, dans le cadre contractuel entre le ministère des Mines et des Hydrocarbures et ces sociétés, sur la base de leurs obligations sociales, elles ont effectué, d'une part, le forage de puits d'eau potable dans les zones où elles exercent leurs activités et, d'autre part, il est totalement interdit de déverser de la boue dans les rivières qui entourent les mairies adjacentes aux zones d'exploitation, Depuis le circuit d'eau de l'exploitation de l'or alluvionnaire est fermé et des fossés de drainage ont été incorporés qui facilitent l'absorption de l'eau.

18.5. ENJEUX SOCIO-ECONOMIQUES LIES A LA MINE ARTISANALE

18.5.1. Rôle des femmes

Le gouvernement de la République de Guinée équatoriale, a toujours parié sur l'égalité des sexes en termes de donner aux femmes la possibilité de jouir des mêmes droits que les hommes, c'est dans ce sens que dans le domaine de l'exploitation artisanale et à petite échelle, les femmes sont impliquées à divers titres et représentent environ la moitié de la main-d'œuvre dans le secteur, occupé divers postes tels que lavage-battage, chargement et transport, manutention de machines, etc.

Cette activité constitue une grande source de revenus pour les femmes, qui sont retournées dans leurs familles, générant de meilleures opportunités pour la santé, l'éducation, etc. Actuellement, des coopératives de femmes ont été créées dans les conseils de village où la société Shefa exploite l'or alluvial, qui sont incorporées dans les travaux de restauration et de réhabilitation pour l'attribution de parcelles à l'utilisation des cultures, en contrepartie des zones de culture qu'elles avaient, qui sont devenues des zones d'exploitation.

18.5.2. Rôle des agriculteurs, éleveurs et artisans-mineurs locaux

Les mineurs artisanaux, s'avèrent être la population locale résidant dans les zones avec ces gisements de plaisirs, où beaucoup d'entre eux effectuent à la fois l'exploitation alluviale, ainsi que s'engagent dans d'autres activités telles que l'agriculture, l'élevage, la pêche, etc.

Bien qu'actuellement la plupart de ces mineurs artisanaux aient été absorbés par la société qui effectue l'exploitation de l'or alluvionne dans leurs régions. Tout cela constitue un changement positif dans l'amélioration delà vie de la population adjacente aux zones d'exploitation, bien qu'il influence négativement d'autres activités menées telles que l'agriculture, la pêche, la chasse, etc.

18.6. REFERENCES

Broham M., 1981. Rapport sur la prospection systématique en République de Guinée équatoriale. Rapport BRGM (Service géologique de la France).

Étude des roches et des minéraux sur l'île Bioco. Guinée équatoriale mars 2019 (réalisé par José Luis costefrada Mustelier, Domingo Alfonso Martin Sánchez, Carlos Alberto Leyva Rodríguez et Jorge Luis Costefreda Velazquez.

Loi n° 1/2019 du 29 novembre sur les mines et règlement n°1/2020, daté du 13 avril, sur les opérations minières en République de Guinée équatoriale.

https://es.wikipedia.org/wiki/Demografia de_Guinea_Ecuatorial

https://mobile.twitter.com/miningegronda





19. Enjeux du secteur minier artisanal à Madagascar et rôle de la Direction des Études et de la Promotion Géologiques et Minières (DEPGM)

Par Randriamiharivelo ROVALALAINA NASANDRATRA et Jean-Luc VANOMBELO
Ministère des Mines et des Ressources Stratégiques (MMRS)

19.1. CONTEXTE GEOGRAPHIQUE DE MADAGASCAR

19.1.1. Démographie de Madagascar

Madagascar est un État insulaire à l'est de l'Afrique dans l'océan Indien. Le pays a une superficie totale de 587 295 km2 et une longueur totale côtière de 4 828 km. Madagascar est le 21e plus grand pays d'Afrique et le 46e au niveau mondial. Seule une part relativement faible de la population (39 %) vit en zones urbaines.

Madagascar compte 28 427 000 habitants, soit 48,4 hab./km^2. L'espérance de vie est estimée à 65,7 ans pour les hommes et 69,1 ans pour les femmes. Le taux de natalité est de 32,1 ‰ et le taux de mortalité est de 5,8 ‰.

L'île présente un relief très accidenté. Elle est dominée par un ensemble de hautes terres occupant les deux-tiers du territoire s'élevant en moyenne entre 800 et 1 600 m d'altitude, culminant au nord à 2 800 m dans le massif du Tsaratanàna. À l'est, le territoire descend par un escarpement abrupt jusqu'à une étroite plaine bordant l'océan Indien. À l'ouest, le versant s'incline par une pente prolongée jusqu'à une plaine côtière un peu plus large le long du canal du Mozambique.

À Madagascar, le climat est tropical. Il n'y pas de différence notable entre les saisons. La durée du jour fluctue à peine et les différences de température entre l'été et l'hiver sont également faibles. Selon la saison, les températures maximales journalières moyennes se situent entre 25 et 30°C. Dans certaines régions du pays, les températures atteignent 34°C pendant la journée. Pendant les mois plus froids, la température descend la nuit jusqu'à 14°C en moyenne mensuelle selon les régions. Les hautes terres centrales possèdent un climat tempéré avec des saisons bien différenciées (étés chauds et hivers frais), les régions côtières sont généralement chaudes toute l'année. La façade orientale est bien arrosée toute l'année, les précipitations annuelles y dépassant 2 000 mm. Le plateau central reste par contre moins arrosé (pluviométrie variant entre 800 et 1 800 mm). En ce qui concerne la partie occidentale, la partie nord-ouest bénéficie d'un climat humide, la partie sud-ouest et les régions du sud sont caractérisées par une aridité importante, recevant moins de 380 mm par an.

19.1.2. Économie de Madagascar

La croissance économique de Madagascar a commencé à se redresser en 2021, mais elle a été interrompue à nouveau en 2022 par une troisième vague de COVID-19, suivie d'une série d'événements climatiques graves et les effets négatifs de la guerre en Ukraine.

Les projections de croissance pour 2022 ont été ramenées à 2,6 % (au lieu de 5,4 %), ce qui signifie que le PIB par habitant stagnera et restera inférieur d'environ 8,5 % au niveau d'avant la crise. La croissance devrait s'accélérer pour atteindre 4,2 % en 2023 et 4,6 % en 2024.

La faible contribution des exploitations minières à la recette fiscale et au processus du développement constitue l'un des multiples problèmes qui se posent à Madagascar comme dans les autres pays du Tiers-monde possédant des ressources minérales abondantes.

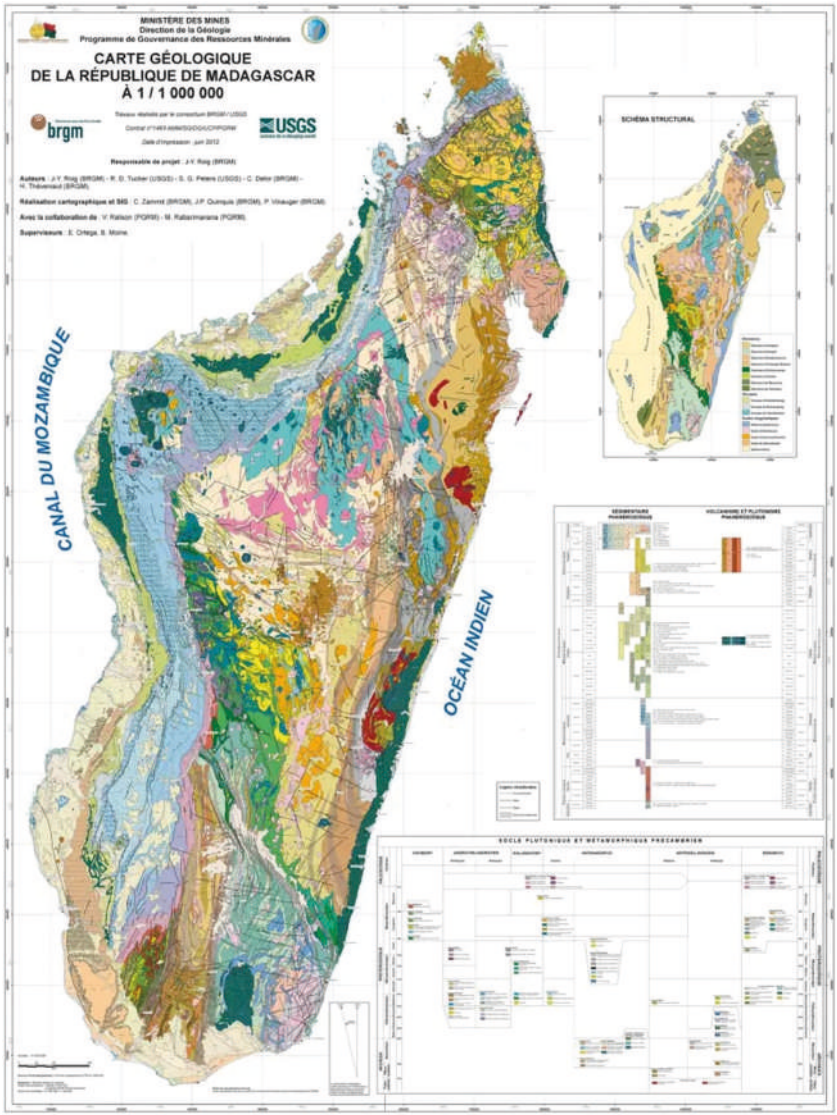
Madagascar dispose d'importantes réserves minérales en pierres précieuses et en minerais industriels, qui ont le potentiel de générer des gains économiques. Le nickel, le cobalt et l'ilménite sont les plus prisés par l'industrie minière. Les exploitations minières d'ilménite, de nickel et de cobalt représentent 1,5 % du PIB. Elles contribuent à hauteur de 30 à 60 % des recettes nationales. Pourtant, l'exploitation minière industrielle pourrait représenter entre 4 et 14 % du PIB malgache et dominer les exportations en 2025. Malgré les avantages économiques potentiels, les redevances perçues par l'État sur ces opérations minières sont assez minces (entre 1 et 2 % par rapport à d'autres pays). Elles devraient normalement fournir jusqu'à 10 % des recettes fiscales du pays.

19.2. CONTEXTE GEOLOGIQUE DE MADAGASCAR

La géologie de Madagascar se caractérise par une variété de roches âgées du Précambrien (la plus grande partie de l'est et du centre de l'île) à l'Actuel. Ce socle du Précambrien est recoupé par des intrusions basaltiques et rhyolitiques du Mésozoïque au Cénozoïque, et un recouvrement sédimentaire occupe l'ouest de l'île (Paléozoïque à Quaternaire).

19.2.1. Carte géologique de Madagascar

FIGURE 19.1 | CARTE GÉOLOGIQUE DE MADAGASCAR (MINISTÈRE DES MINES ET DES RESSOURCES STRATÉGIQUES, 2022).



19.2.2. Brève description de la géologie de Madagascar

Dans l'océan Indien, l'île de Madagascar est située au sud-est de l'Afrique dont elle est séparée par le canal du Mozambique. Longue de près de 1 600 km du nord au sud et large de 600 km d'est en ouest, Madagascar, la Grande-Île, peut être considérée comme un microcontinent.

L'histoire géologique connue de Madagascar remonte à plus de 3 Ga. Successivement à la périphérie d'un vaste continent unique (Rodinia), puis au centre du supercontinent Gondwana, où elle était coincée alors entre l'Afrique et l'Inde, Madagascar n'acquiert son insularité qu'à la fin du Mésozoïque (il y a environ 65 Ma). Autrement dit, avant la formidable expansion des mammifères sur les continents au Cénozoïque. On comprend ainsi la rareté des représentants de cette classe zoologique sur la Grande-Île et, de ce fait, l'originalité de la faune malgache.

Madagascar comprend trois unités géologiques principales : (1) un socle métamorphique et magmatique du Précambrien, (2) des roches sédimentaires du Phanérozoïque et (3) des roches volcaniques.

Le socle précambrien affleure sur les deux tiers orientaux de l'île sur lequel repose à l'ouest une série sédimentaire monoclinale qui s'étend du Carbonifère jusqu'à nos jours. De petits bassins lacustres se trouvent dans les Hautes Terres. Les roches volcaniques, essentiellement basaltiques, sont principalement localisées près des côtes même si quelques massifs se situent à l'intérieur de l'île.

Le socle du Précambrien, qui se compose d'une grande variété de lithologies d'âge Archéen à Paléozoïque (environ de 3 200 à 530 Ma), a été subdivisé en plusieurs unités litho-tectoniques dès les travaux pionniers de Bésairie (1972). Toutefois, cette classification et la connaissance de l'évolution géologique du socle malgache ont évolué continuellement avec les nouveaux concepts, outils en géologie structurale, tels que l'analyse d'images satellitaires, les développements analytiques en pétrologie et en géochronologie. En 2003, le gouvernement malgache a mis en œuvre, avec le soutien de la Banque mondiale et d'autres bailleurs de fonds, tels que les États-Unis, la France, la Chine et l'Afrique du Sud, un large programme de révision et d'harmonisation cartographique et de synthèse géologique intitulé Programme de Gouvernance des Ressources Minérales (PGRM). Ce programme a abouti à une nouvelle classification, mais proche de celle de Bésairie (1972), qui subdivise le socle malgache en cinq grands ensembles. Les critères de classification sont la lithologie, l'âge, le degré métamorphique et la position structurale. Du nord au sud, on distingue les domaines ou blocs : Bemarivo, Antongil-Masora, Antananarivo, Itremo-Ikalamavony et Sud (Vohibory, Androyen et Anosyen).

19.3. LA MINE ARTISANALE A MADAGASCAR

À l'heure actuelle, il est reconnu que la synergie entre les activités minières artisanales et à petite échelle et les exigences du développement durable représentent un grand défi pour la majorité des pays en voie de développement dont Madagascar. Une telle synergie doit désormais se baser sur une approche participative qui prend en compte l'ensemble des contextes économiques, sociaux, environnementaux et éthiques de l'exploitation minière.

Les réflexions par rapport à ces problématiques résultent d'abord de la nature non renouvelable des ressources minières, de leur dispersion ponctuelle engendrant des soucis majeurs pour les générations futures et de leurs enjeux et impacts touchant à la fois les êtres humains, les écosystèmes et les autres ressources naturelles (Antananarivo, le 12 décembre 2018, le ministre des Mines et du Pétrole, Henry Rabary Njaka).

Le secteur de la petite mine et de la mine artisanale offre de grandes opportunités pour le développent socio-économique de Madagascar. En effet, le secteur est une source considérable d'emplois (environ 500 000 emplois directs, dont 2,5 millions emplois indirects). Sur la base de ces chiffres, le secteur représente alors l'un des plus importants à Madagascar. Généralement, les activités autour de la mine artisanale et de la petite mine contribuent aux moyens d'existence des communautés locales en leur fournissant des revenus supplémentaires à l'agriculture. Par comparaison aux grandes mines opérant sur Madagascar, le secteur de la mine artisanale génère des effets beaucoup plus tangibles et directs pour des centaines de milliers de personnes. Les petites mines et les mines artisanales peuvent catalyser le développement de l'infrastructure et réduire l'exode rural. Par exemple, il a été documenté pour la région d'Ilakaka, que le développement du secteur a conduit dans le même temps au développement infrastructurel et technologique (ex. développement du réseau de téléphonie mobile, de l'électricité, de la connexion avec Antananarivo) et initié un développement infrastructurel touristique.

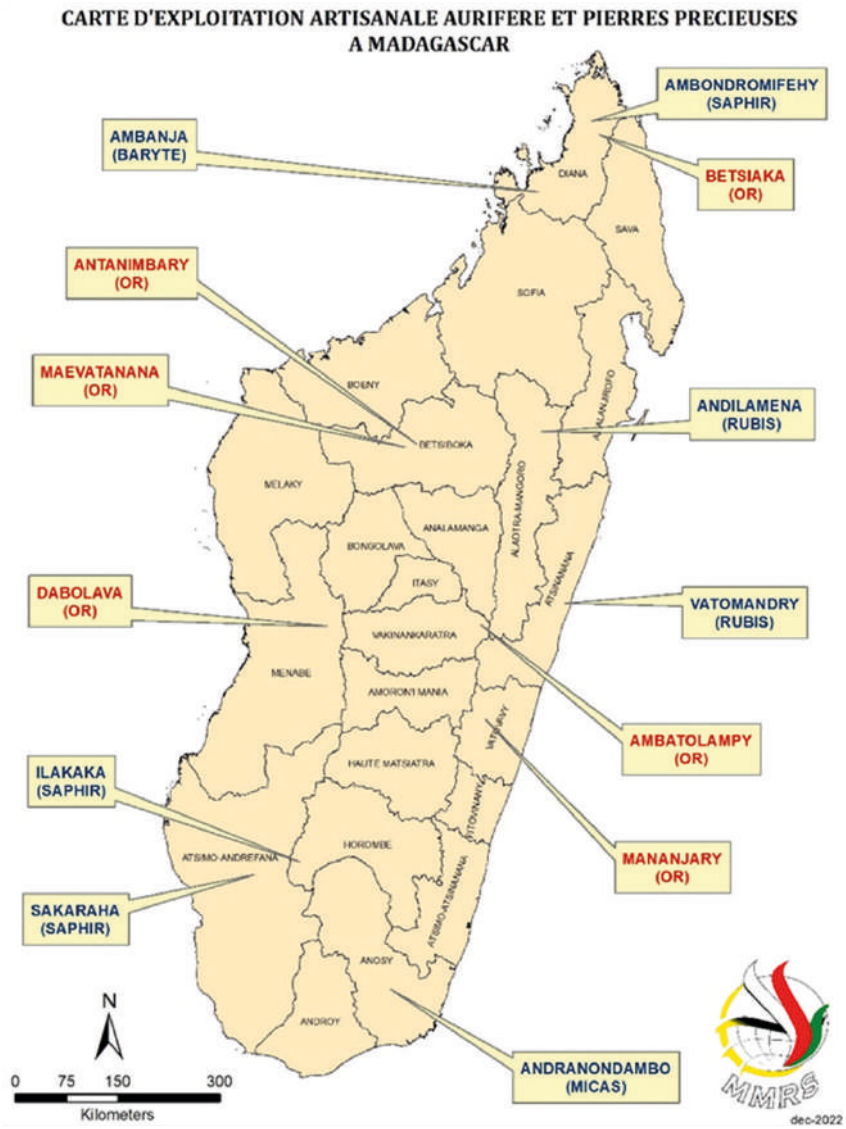
Le plan d'action du ministère « Stratégie de Développement Durable de l'Exploitation (SDDE) : l'Exploitation Minière Artisanale et à Petite Échelle (EMAPE) » servira de référentiel en vue de l'amélioration de l'environnement du secteur de l'EMAPE. Cette contribution peut se traduire à travers la promotion d'un meilleur dispositif de gouvernance nationale et régionale en prenant en compte les préoccupations environnementales et l'utilisation des ressources dans un esprit de responsabilité.

FIGURE 19.2 | SITES D'EXPLOITATION MINIÈRE ARTISANALE À MADAGASCAR.



19.3.1. Quelles substances exploitées en mine artisanale à Madagascar ?
La mise en œuvre de l'Initiative pour la Transparence des Industries Extractives (ITIE ou EITI en anglais). À Madagascar, l'exploitation minière artisanale et de petite taille exploite principalement l'or et les pierres précieuses (saphir et rubis). L'orpaillage fait partie de l'économie rurale du pays depuis plus d'un siècle, et les dépôts de pierres précieuses du pays sont importants : en plus d'être l'un des principaux producteurs de saphirs du monde, Madagascar dispose d'importants gisements d'émeraudes et de rubis, mais aussi de pierres semi-précieuses (béryl, tourmaline) et le mica. Mais pour cette année 2022, la dite petite mine à changer avec la politique du ministère pour les Zones d'Encadrement.

FIGURE 19.3 | CARTE D'EXPLOITATION ARTISANALE AURIFÈRE ET PIERRES PRÉCIEUSES À MADAGASCAR (MINISTÈRE DES MINES ET DES RESSOURCES STRATÉGIQUES, 2022).



19.3.2. Cadre législatif du secteur minier artisanal à Madagascar

Les textes régissant l'activité minière artisanale et petite mine à Madagascar sont :

- Loi n°99-022 du 19 août 1999 portant Code minier modifiée par la Loi n°2005-021 du 17 octobre 2005, fixant les statuts types respectifs des groupements de petits exploitants miniers et des groupements locaux d'orpailleurs ainsi que les modalités de déclaration d'existence de tels groupements ;
- Décret n°2006/910 du 19/12/2006 fixant les modalités d'application de la Loi n°99-022 du 19 août 1999 portant Code minier modifiée par la Loi n°2005-021 du 17 octobre 2005 ;
- Arrêté n°7902/2013 fixant les caractéristiques techniques des modes opératoires ainsi que des outillages, matériels et équipements autorisés pour les activités de petites mines ;
- Arrêté n°7903/2013 fixant les statuts types des groupements de petits exploitants miniers et des groupements des orpailleurs ;
- Décret n°99-954 du 15 décembre 1999 modifié par le décret n°2004-167 du 3 février 2004 relatif à la Mise en Comptabilité des Investissements avec l'Environnement.

19.3.3. Degré d'organisation des artisans-mineurs

Les artisans mineurs et les orpailleurs peuvent se regrouper et constituer respectivement des Groupements de petits exploitants ou des Groupements locaux des orpailleurs, selon le cas. Les Groupements ainsi constitués sont des associations volontaires d'individus exerçant dans la même commune. Ils ont pour objet de servir de cadre de regroupement des intérêts de leurs membres respectifs et de faciliter la formalisation et l'encadrement de leurs activités minières ou d'orpaillage.

Tout Groupement constitué doit être déclaré par ses fondateurs auprès de la mairie de la commune de rattachement. Il en sera délivré récépissé. Tout Groupement régulièrement constitué et déclaré, est doté d'une personnalité juridique propre et peut, sans autre autorisation particulière, passer tous les actes civils, commerciaux, administratifs et autres qu'il juge nécessaire dans l'exercice de ses activités. Son fonctionnement est plus ou moins similaire à celui d'une organisation non gouvernementale (ONG) comme défini par la législation et la réglementation en vigueur.

Un arrêté du ministre en charge des Mines fixe les statuts types respectifs de ces groupements. Or, actuellement avec les zones d'encadrement, une politique du Ministère des Mines et des Ressources Stratégiques, beaucoup plus de substances sont exploitables par les petits exploitants, encadrés par les techniciens du ministère, et dont les démarches administratives et l'encadrement des exploitants sont conduits par ces mêmes techniciens.

Pour l'orpaillage proprement dit, il y a l'ANOR (Agence National de l'Or), créée en avril 2015. L'ANOR a d'abord mis l'accent sur la sensibilisation et la vulgarisation des

textes ainsi que l'élaboration des stratégies. L'année 2016 a été marquée par la réglementation du secteur se traduisant par la formalisation des activités d'orpailleurs et de collecteurs.

Les critères techniques et financiers énoncés précédemment s'appliquent également en matière aurifère. De manière plus spécifique, l'ANOR a déclaré les critères ci-après pour l'octroi d'autorisation ou d'agrément :

- **Carte d'orpaillage :** seules les personnes physiques qui ont la majorité civile (plus de 18 ans) et la nationalité Malgache sont éligibles. La carte est octroyée sous réserve de la conformité fiscale, du paiement du droit d'octroi (Individuel : 6 000 MGA soit 1,3 € et Groupement : 4 000 MGA soit 0,85 €) et du dépôt d'un dossier complet. Cette carte est renouvelable sur production d'un dossier de renouvellement. Elle n'est pas cessible ;
- **Carte collecteur - Catégorie 1 :** cette carte est attribuée aux personnes physiques, de plus de 18 ans, de nationalité Malgache et résident dans la commune du ressort. Les personnes répondant à ces conditions doivent payer ces obligations fiscales, payer le droit d'octroi (200 000 MGA soit 42,8 €) et déposer un dossier complet ;
- **Carte collecteur - Catégorie 2 :** les personnes éligibles pour cette carte sont également les individus majeurs et de nationalité Malgache. Son octroi est conditionné par le paiement du droit d'octroi (500 000 MGA soit 107 €) et de l'impôt correspondant et le dépôt d'un dossier complet.

Les cartes collecteurs – Catégorie 1 et Catégorie 2 sont renouvelables sur demande et présentation de quittance de paiement des redevances minières. Elles ne sont pas cessibles.

19.3.4. Rôle de la Direction des Études et de la Promotion Géologiques et Minières national pour accompagner le secteur minier artisanal

Au sein du Ministère des Mines et des Ressources Stratégiques, l'accompagnement du secteur minier artisanal est assuré par le Service d'Assistance aux Mines Artisanales (SAMA) à la Direction de la Gestion des Activités Minières, en collaboration avec les Directions Régionales et Inter-Régionales des Mines. Il est structuré en trois divisions avec ses rôles respectifs :

- Division « Appui et Assistance aux Mines Artisanales » ;
- Évaluer les dossiers pour la mise en place des zones réservées pour l'encadrement des petits exploitants miniers ;
- Définir les zones réservées pour l'encadrement des petits exploitants miniers ;
- Encadrer les petits exploitants miniers sur la création de groupement, les procédures à suivre pour obtenir des droits miniers ainsi que sur les techniques fondamentales de recherche et d'exploitation des substances minières.
- Division « Suivi et Contrôle des Activités des Petits Exploitants Miniers » ;

- Évaluer les dossiers des zones réservées pour l'encadrement des petits exploitants miniers ;
- Assurer la sensibilisation technique des petits exploitants miniers ;
- Renforcer les capacités des groupements des petits exploitants miniers ;
- Exécuter le suivi et le contrôle des petits exploitants miniers.
- Division « Renseignements, Études et Actions sur les Ruées »
- Recueillir et exploiter les informations sur les ruées ;
- Établir un plan d'action pour la gestion des ruées ;
- Exécuter le plan d'action en collaboration avec les autres Directions et Services concernés, ou avec les autres institutions gouvernementales, afin de résoudre le cas de ruées traitées.

Ainsi, le Direction des Études et de la Promotion Géologiques et Minières (DEPGM) a pour mission aussi d'évaluer et de promouvoir le capital naturel des mines de Madagascar, et d'assurer la promotion et le développement du secteur minier :

- Mise en œuvre de la politique du ministère dans le domaine de la géologie ;
- Exécution de toute recherche relative à la géologie, notamment la prospection, la recherche, la collecte, la mise à jour et la gestion des données géologiques et minières ;
- Promotion du secteur minier pour attirer les investisseurs potentiels ;
- Mise à disponibilité et diffusion des connaissances relatives aux caractéristiques du sous-sol du territoire national à travers des cartes et documents géologiques ;
- Assistance à la Direction Générale dans la coordination des activités dans le domaine de la géologie, entreprises au sein des Directions Inter-Régionales et Régionales ;
- Vérification sur le terrain de la conformité et de la véracité des substances minérales faisant l'objet de demande de permis d'exploitation minière (PRE, PE) ;
- Assure le suivi et l'étude des rapports d'activités d'exploration des substances minérales des opérateurs miniers ;
- Promouvoir les opérations de prospection et de recherche géologiques et minières ;
- Encadrer et apporter aide et assistance aux opérateurs miniers et au public ;
- Contribution à la mise en effectivité des gîtes fossilifères, délimitation des zones à réserver pour les études faites par l'État, etc.

FIGURE 19.4 | VISITE D'UN SITE MINIER ARTISANAL PAR LE MINISTÈRE DES MINES ET DES RESSOURCES STRATÉGIQUES.



19.4. ENJEUX ENVIRONNEMENTAUX ET SANITAIRES LIES A LA MINE ARTISANALE

La majeure partie des artisans mineurs travaillent dans l'informalité. Ils utilisent des techniques et matériels rudimentaires qui engendrent des risques considérables pour leur propre personne. Par ailleurs, il n'y a aucune prise en compte des dimensions environnementale, sociale ou sanitaire de la part des artisans mineurs. En outre, le cadre juridique régissant le secteur ne prévoit pas des sanctions à l'endroit des artisans mineurs informels, à part les procédures de déguerpissements des artisans mineurs travaillant dans des aires protégées. Le secteur restera incontrôlable et les conditions environnementales et sociales des sites exploités continueront à se dégrader si ces lacunes persistent. En effet, la gestion du site de production devient très délicate parce que la plupart des acteurs clés du secteur veulent également tirer profit des exploitations minières. Les problèmes les plus sérieux se posent lors des ruées vers la zone de découverte des nouveaux gisements de pierres et minéraux précieux. Les risques de conflits sociaux y sont inévitables.

19.4.1. Impact sur l'eau

À Madagascar, moins de la moitié de la population a accès à l'eau potable avec une nette différence entre les aires urbaines et les aires rurales.

Les eaux de lavage du minerai envahissent les rizières, polluent les cours d'eau et les nappes superficielles utiles pour les usages domestiques. De même, les lits des

cours d'eau et les berges sont détruits par l'utilisation des dragues et ne sont pas réhabilités.

19.4.2. Impact sur la déforestation

L'exploitation entraîne des défrichements de la forêt, fait disparaître la végétation originelle, laisse de multitudes de trous et de masses de terre sur des surfaces considérables causant des dangers pour les êtres humains et le bétail.
Les sites d'exploitation sont souvent abandonnés sans mesures de réhabilitation, et ce sont les populations riveraines qui seront victimes des impacts négatifs de l'exploitation après le départ des exploitants.

19.4.3. Impact sur le paysage

Sur le plan sécuritaire, les mineurs sont vulnérables aux attaques à main armée perpétrées par les Dahalo ou bandits de grands chemins.

80 % des enfants abandonnent l'école. Les plus avancés arrivent à la fin des études du Primaire. Ils connaissent un fort taux de déperdition scolaire dû au manque de moyen financier de leurs parents et l'attirance pour les travaux des mines afin d'aider leurs familles pour subvenir à leurs besoins.

Alors que certains mineurs viennent seuls, d'autres migrent vers les sites miniers avec leurs familles. L'origine des travailleurs migrants sur les sites miniers ainsi que la durée de leur séjour varient.

En outre, des décès dus aux glissements de terrain dans les canaux souterrains ont été aussi évoqués.

FIGURE 19.5 | IMPACTS SUR LE PAYSAGE DE L'EXPLOITATION ARTISANALE.



19.4.4. Impact sur la santé

L'exploitation est source d'émission de poussière, surtout en saison sèche. Elle s'immisce partout, inhalée par les mineurs, dans les habitations proches du site et entraîne des nuisances, causant par la suite des maladies respiratoires (toux, pneumonie, angine, etc.), de la conjonctivite, des troubles digestifs, etc.

Ainsi, les principaux impacts négatifs de l'exploitation artisanale qui affectent la santé sont les douleurs musculaires, les affections nerveuses, viennent ensuite les

affections respiratoires, la gastralgie et la diarrhée, l'algie dentaire, les affections oculaires ou dermatose.

19.5. ENJEUX SOCIO-ECONOMIQUES LIES A LA MINE ARTISANALE

Les impacts socio-économiques de l'exploitation minière artisanale et à petite échelle sont en général liés aux problèmes de santé, d'hygiène et de sécurité, au travail des enfants, à la prostitution, au banditisme, à la migration et aux déficits sur le plan social sur les sites concernés. Le nombre de femmes et d'enfants travaillant dans des conditions précaires dans ces zones ne cesse de croître.

19.5.1. Rôle des femmes

Selon les données collectées par le ministère en charge des Mines, 55 % de la main-d'œuvre dans les mines est constituée de femmes et de filles. Notons que les hommes et les femmes n'ont pas les mêmes attributions au sein des mines. Les femmes et les jeunes filles sont la plupart du temps impliquées dans l'évacuation des minerais, le triage, le tamisage et le transport. Elles réalisent ces différentes tâches avec les enfants. Ainsi, elles semblent peu impliquées dans l'étape d'extraction, réservée aux hommes.

Les femmes jouent un rôle important dans le ravitaillement en nourriture et en eau des travailleurs des mines.

Ainsi, les obligations familiales et la double charge de travail qui pèsent sur les femmes constituent un facteur important dans l'établissement de leur agenda journalier et les empêchent de participer pleinement à l'exploitation minière artisanale et à petite échelle. Ces différentes missions, bien qu'elles leur prennent beaucoup de temps, sont peu valorisées par les communautés, qui s'attendent à ce que les femmes se dévouent en priorité à leur famille.

FIGURE 19.6 | FEMMES TRAVAILLANT SUR UN SITE MINIER ARTISANALE À MADAGASCAR.



19.5.2. Rôle des agriculteurs, éleveurs et artisans-mineurs locaux

Dans les mines artisanales, les principaux acteurs viennent des villages locaux. Ce sont les agriculteurs et les éleveurs qui s'alignent à cette activité régulièrement en saisons non agricoles. D'autres s'engagent dans une partition des activités pratiquées quotidiennement durant toute l'année. Ils peuvent aussi pratiquer l'activité minière en parallèle avec les travaux agricoles.

19.6. REFERENCES

https://www.lefigaro.fr/flash-eco/plus-de-10-000-enfants-employes-pour-extraire-le-mica-a-madagascar-ong-2019G. « Plus de 10 000 enfants employés pour extraire le mica à Madagascar », Le Figaro, Décembre 2019.

https://impacttransform.org/wp-content/uploads/2020/12/IMPACT-GIA-Toolkit_FR-2020_web.pdf. IMPACT, Transformer la gestion des ressources naturelles. Trousse : Évaluations de l'impact selon le genre pour les projets et politiques concernant l'exploitation minière artisanale et à petite échelle, Décembre 2020.

https://www.datocms-assets.com/22233/1623490704-child-labour-in-madagascars-mica-sector-terre-des-hommes.pdf. SOMO (Center for Research on Multinational Corporations) & Terre des hommes, Child Labour in Madagascar's Mica Sector – Impact of the mica supply chain on children's rights from the Malagasy mines to the international product line, Novembre 2019.

Andriamalala M.F., Randrianja R. et al., 2021. Régulation du marché minier et place du revenu minier dans le financement du « Fonds minier » à Madagascar, Revue MadaMines, Antananarivo.

Arash Irantalab Tehrani, 25 Août 2015. Secteur minier artisanal à Madagascar : Gouvernance et initiation d'un dialogue permanent.

Arrêté interministériel sur la règlementation du secteur minier en matière de protection de l'environnement n°12032/2000 du 6 novembre 2000.

Crawford A., Nikièma S., Mars 2015. Rapport d'évaluation de Madagascar.

EITI, Mai 2017. Madagascar : légaliser l'exploitation minière et exploiter son potentiel.

EITI Madagascar, Rapport assoupli 2019, 2020, final du 30 Juin 2022.

Goncalves P., Nicollet C., 2022. Madagascar, géologie. Encyclopædia Universalis [en ligne], consulté le 10 décembre 2022. URL : https://www.universalis.fr/encyclopedie/madagascar-geologie/

Loi portant Charte de l'environnement n°90-033 du 21 décembre 1990, tel qu'amendée par la Loi n°97- 012 du 6 juin 1997 et la Loi n° 2004-015 du 19 août 2004.

Randrianja R., Juillet 2021. Opportunités pour une forte croissance additionnelle à base de ressources minières abondantes : les effets économiques du secteur minier à Madagascar.

Waves country brief Madagascar, Juin 2016. Madagascar Comptes Mines.





Central north east Africa.indb 380 08.05.2023 13.11

20. Enjeux du secteur minier artisanal au Maroc et rôle de la Direction de la Géologie du Ministère de la Transition Énergétique et du Développement Durable

Par Dr. Fatima SBAI, Ing. Meryeme EL ABIDI EL ALAOUI, Ing. Lamyae ET-TALYDY
Direction de la Géologie du Ministère de la Transition Énergétique et du Développement Durable

20.1. CONTEXTE GEOGRAPHIQUE DU MAROC

« Le Maroc est un arbre dont les racines plongent en Afrique et qui respire par ses feuilles en Europe » Citation de Feu Sa Majesté le Roi Hassan II.

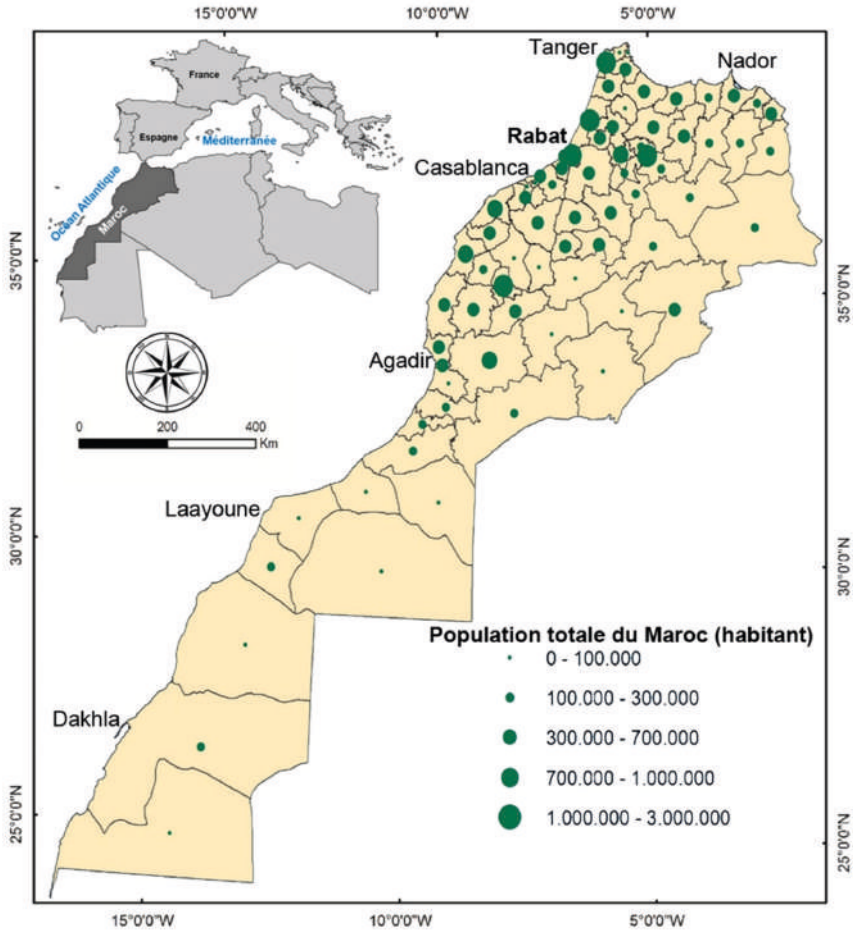
20.1.1. Démographie du Maroc

Le Royaume du Maroc est situé à la pointe nord-ouest du continent africain, et moins de 15 km le séparent du continent européen, par le détroit de Gibraltar.

Le Maroc est limité au nord par la mer Méditerranée, à l'ouest par l'océan Atlantique, à l'est par l'Algérie, et au sud par la Mauritanie. Le pays est découpé en 12 régions administratives, s'étend sur 710 850 km2, et dispose de près de 3 500 km de côtes entre ses façades atlantique (2 934 km du cap Spartel à Lagouira) et méditerranéenne (512 km allant du cap Spartel à Saïdia).

Selon le dernier Recensement Général de la Population et de l'Habitat établi par le Haut-Commissariat au Plan (HCP), la population marocaine est estimée à 33,84 millions d'habitants avec un taux d'urbanisation de 60,3 % (HCP, 2014). Suite à la publication de ces résultats, le HCP a procédé à l'actualisation des projections de la population aux niveaux national, urbain et rural, selon les normes internationales en vigueur, tablant ainsi sur une croissance démographique de 272 000 hab./an (Figure 20.1).

FIGURE 20.1 | RÉPARTITION GÉOGRAPHIQUE DE LA POPULATION DU MAROC SELON LES PROVINCES (HCP, 2018).



20.1.2. Économie du Maroc

Après l'année 2020, marquée par une récession d'ampleur historique (-6,3 %), l'économie marocaine a renoué avec la croissance en 2021, avec un fort rebond de l'ordre de +7,6 % en moyenne (Note de conjonctures 2021 - Direction du Trésor et des Finances Extérieures).

Le secteur minier assure quant à lui, le quart des exportations marocaines et contribue en moyenne à hauteur moyenne de 10 % du PIB national et emploie environ 42 500 personnes (Centre Marocain de Conjoncture, 2021).

Se référant aux dernières statistiques du HCP, la valeur ajoutée minière aurait connu une augmentation de 5,5 % au troisième trimestre de l'année 2021. De même, l'indice de production du secteur extractif s'est accru de +5,8 % au troisième trimestre 2021, après une hausse de 3,8 % en 2020, portant ainsi sa croissance au terme des neuf premiers mois de 2021 à +3,6 %.

Pour ce qui est de l'activité minière artisanale, l'année 2021 a été marquée par une hausse remarquable des productions et des ventes déclarées des produits miniers toutes substances confondues, en passant de 355 695,831 t à 579 784,594 t, soit une hausse de 63 % par rapport à l'année 2020. Cette tendance est due essentiellement à la hausse des cours du plomb et du zinc, et des prix de la barytine.

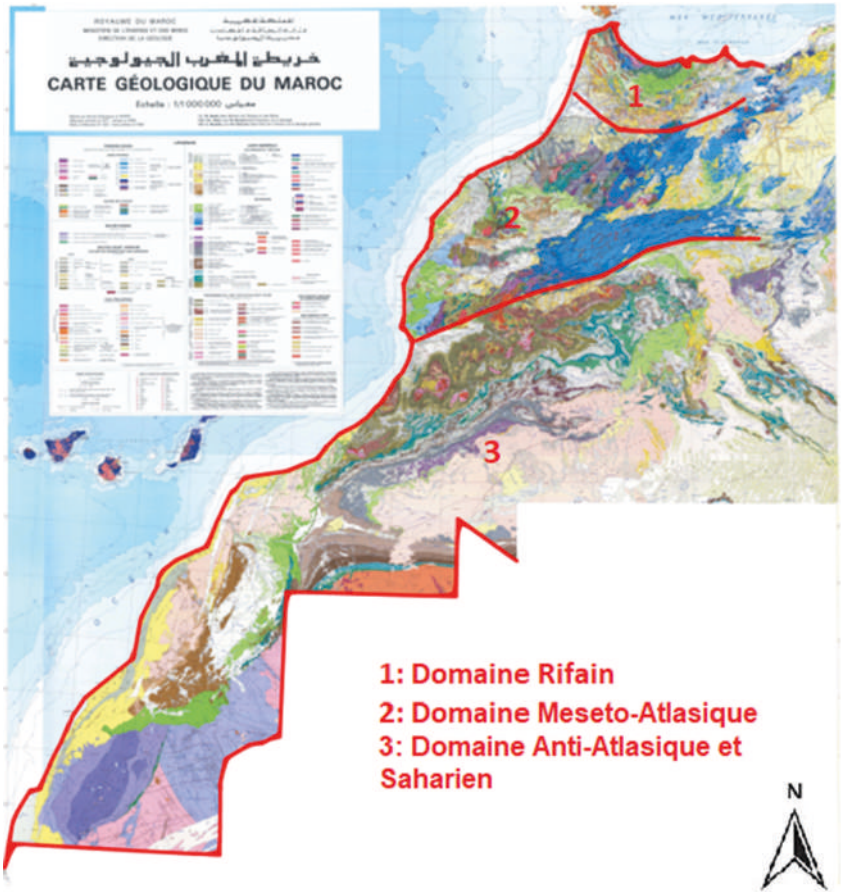
Cette conjoncture favorable des cours des métaux de plomb et de zinc sur le marché international a impacté les recettes du secteur qui ont enregistré à fin décembre 2021, près de 437,687 millions MAD (près de 40 M€) de recettes, affichant ainsi une hausse remarquable de 105 % par rapport à l'année 2020 (Rapport annuel de la Centrale d'Achat et de Développement de la Région minière de Tafilalet et de Figuig, 2021).

20.2. CONTEXTE GEOLOGIQUE DU MAROC

La géologie de Madagascar se caractérise par une variété de roches âgées du Précambrien (la plus grande partie de l'est et du centre de l'île) à l'Actuel. Ce socle du Précambrien est recoupé par des intrusions basaltiques et rhyolitiques du Mésozoïque au Cénozoïque, et un recouvrement sédimentaire occupe l'ouest de l'île (Paléozoïque à Quaternaire).

20.2.1. Carte géologique du Maroc

FIGURE 20.2 | CARTE GÉOLOGIQUE DU MAROC.



20.2.2. Brève description de la géologie du Maroc

De la Méditerranée au Sahara, de l'Atlantique aux confins maroco-algériens, le Maroc offre une très grande diversité de paysages et de climats. Bien souvent, ces régions géographiques apparaissent, aussi, comme des domaines structuraux dont chacun présente une histoire géologique particulière.

En effet, au cours de sa longue histoire géologique conditionnée par une position charnière entre les continents africain, européen et américain, plusieurs cycles oro-

géniques se sont succédé, contribuant chacun, par son contexte géodynamique et son ampleur, à façonner les grands principaux domaines structuraux du Maroc.

Domaine rifain
Appartient à la partie nord du Maroc, le domaine Rifain se poursuit vers le nord par la chaîne Bétique, et vers l'est par les chaînes Tellienne et Kabyle. Bordé à l'ouest par l'océan Atlantique, et par le domaine atlasique au sud, le domaine Rifain est une unité de nappes de charriage résultant de l'orogenèse alpine.

Domaine Méséto-Atlasique
C'est un domaine bordé par le domaine Rifain au nord, et par le domaine Anti-Atlasique au sud, il comprend trois unités structurales :

- Chaînes atlasiques (Moyen et Haut-Atlas) : elles représentent un exemple de chaînes intracontinentales structurées par l'orogenèse alpine ;
- Plateaux : des surfaces géographiques tabulaires s'étendant entre les chaînes atlasiques ;
- Basses plaines ou Sillon Sud-Atlasique : correspondent à des bassins tectoniquement effondrés du domaine mésétien et atlasique.

Domaine Anti-Atlasique et Saharien
C'est la partie méridionale, intimement liée au Craton Ouest-Africain au sud. Au nord, le domaine est limité par l'Accident Sud-Atlasique, formé d'un socle d'âge Protérozoïque.

20.3. LA MINE ARTISANALE AU MAROC

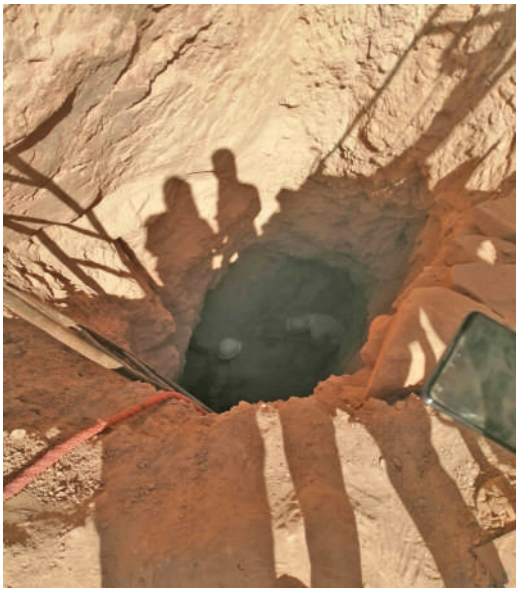
Les exploitations minières artisanales, fondées sur l'existence préalable d'un gisement, se caractérisent par des méthodes d'extraction peu mécanisées. Les moyens utilisés portent dans une large mesure sur des outils très simples (pelles, pics, pioches, seaux, etc.). L'abattage de la roche se fait généralement par explosif, les déblais sont transportés par des brouettes et/ou des tractopelles et le traitement est limité au triage manuel du minerai. Les artisans mineurs exploitent toute forme d'occurrence rentable et techniquement accessible, donc relativement peu profonde. (Figures 20.3 et 20.4).

Par ailleurs, au sens des textes législatifs et réglementaires régissant le secteur minier marocain, l'activité minière pouvant être qualifiée comme étant une exploitation artisanale, est perçue à deux niveaux décrits ci-après.

FIGURE 20.3 | EXPLOITATION ARTISANALE D'UNE MINE DE BARYTINE À TIJEKHT (FATIMA SBAI, 2022).



FIGURE 20.4 | PUITS D'EXPLOITATION CHANTIER À TIJEKHT (FATIMA SBAI, 2022).



Mines régies par le droit coutumier et droit du Habous
Si le droit coutumier, désignant un droit positif tribal, présente l'un des anciens systèmes juridiques en présence dans l'histoire du Maroc régissant l'ensemble des aspects de la vie privée et publique des membres des populations rurales, organisées souvent en localités et en tribus, et administrant les relations que ces groupes entretenaient entre eux, le droit du Habous, qui est en fait une institution du droit musulman consiste à rendre inaliénable un bien et en affecter la jouissance et les revenus à des bénéficiaires.

La législation minière actuellement en vigueur, consacrée par la Loi n°33-13, confirme les droits du Habous existants sur certains gisements de sel. La voie réglementaire fixe la liste des gisements de sel sur lesquels sont confirmés ces droits du Habous (Décret n°2.19.97 du 21 mars 2019).

Les dispositions de la Loi n°33-13 sus visée ne font pas obstacle à la jouissance de droits coutumiers existants sur certains gisements, dont la liste est aussi fixée par voie réglementaire (Décret n°2-19-583 du 6 février 2020).

En outre, ladite loi précise que les exploitations auxquelles sont applicables des droits coutumiers peuvent donner droit à l'attribution d'une licence d'exploitation de mines au profit de leurs bénéficiaires et sur leurs demandes, conformément aux dispositions de la loi en question et des textes pris pour son application. Les bénéficiaires auxquels sont applicables les droits coutumiers doivent présenter leurs demandes pour l'ensemble des parcelles ou portions de parcelles d'un seul tenant. Ils doivent prouver qu'ils disposaient, à la date du dépôt de la demande du droit d'exploiter le gisement concerné.

Mines régies par la Centrale d'Achat et de Développement de la Région minière de Tafilalet et de Figuig (CADETAF)

L'activité minière artisanale, autorisée dans la Région minière du Tafilalet et de Figuig (sud-est du Maroc), est menée par des personnes physiques, artisans agissant seuls ou en groupe. Ces derniers disposent d'autorisation d'exploitation minière artisanale de gisement de plomb, de zinc et de sulfate de baryum (barytine).
La supervision de l'activité minière artisanale est assignée à la CADETAF, qui est un établissement public doté de la personnalité morale et de l'autonomie financière et dont la mission sera détaillée au §20.3.3.

20.3.1. Quelles substances exploitées en mine artisanale au Maroc ?
Minerai de barytine
Les artisans exploitants miniers exerçant dans la zone CADETAF produisent environ 548 622,670 t de minerai de barytine par an. Ces produits de barytine sont habituel-

lement livrés au carreau de parc de l'acheteur installé dans la zone CADETAF (Photo 3) ou aux ports d'exportation (Rapport d'activité annuel 2021 de la CADETAF).

Les caractéristiques du minerai de barytine extrait sont les suivantes :
- Minerai sous forme de roche ;
- Densité variant entre 4,10 et 4,30 g/cm3.

Variétés de barytine extraites selon son utilisation :
- Barytine pétrolière ;
- Barytine chimique.

Minerai de plomb

Les artisans, exploitants miniers exerçant dans la zone CADETAF produisent environ 4 991,244 t Pb alquifoux (galène) et 2 927,1 t Pb trié par an (Rapport d'activité annuel 2021 de la CADETAF).

Les caractéristiques du minerai de plomb produit sont les suivantes :
- Minerai sous forme de roche de granulométrie inférieure à 150 mm pour le plomb trié et de différentes tailles pour la galène ;
- Teneur en plomb variant entre 7 et 80 % ;
- Teneur d'argent dans le minerai de plomb variant entre 20 et 500 g/t.

Variétés de plomb produites :
- Plomb alquifoux ou galène (PbS) 60 à 80 % ;
- Plomb trié de 30 à 58 % ;
- Plomb trié basse teneur de 7 à 30 %.

Minerai de zinc

Les artisans, exploitants mineurs exerçant dans la zone CADETAF produisent environ 2 626,860 t de calamine (minéraux non-sulfurés de Zn) haute teneur, et 20 616,720 t de calamine basse teneur (Rapport d'activité annuel 2021 de la CADETAF).

Les caractéristiques du minerai de zinc produit sont les suivantes :
- Minerai sous forme de roche de granulométrie inférieure à 150 mm ;
- Teneur en zinc variant entre 7 et 63 %.

Variétés de zinc produites :
- Calamine calcinée d'une teneur de 50 à 68 % ;
- Zinc cru de haute teneur de 30 à 48 % ;
- Zinc basse teneur de 7 à 30 % qu'il s'agisse des rejets des exploitations minières, des haldes ou des produits extraits des gisements en activité.

20.3.2. Cadre législatif du secteur minier artisanal au Maroc

Les principaux textes de lois encadrant l'activité minière artisanale avant la nouvelle réforme sont :

- Dahir n°1-60-019 du 1er Décembre 1960 portant création de la région minière de Tafilalet Figuig ;
- Dahir n°1-60-007 du 24 Décembre 1960 portant statut du personnel des entreprises minières tel qu'il a été modifié et complété.

Cependant, il est admis que le système minier à exploitation artisanale, sous sa forme ancienne, ne peut pas continuer à se développer en raison de l'épuisement de nombreuses réserves affleurantes ou proches de la surface. Sachant que la recherche, l'exploitation et la mise en valeur de minéralisations souterraines nécessitent des méthodes très avancées qui dépassent largement les capacités techniques et financières limitées de l'opérateur minier artisanal, une restructuration du système minier artisanal a été envisagée. Cette restructuration exige la refonte du Dahir du 1er Décembre 1960 portant création de la région minière de Tafilalet et de Figuig tout en levant les restrictions pour l'accès des investisseurs privés et en sauvegardant les droits des artisans mineurs.

Actuellement, la nouvelle Loi n°74-15 relative à la région minière de Tafilalet et de Figuig abrogeant le Dahir du 1er Décembre 1960, a été promulguée en septembre 2016 et entrée en vigueur en septembre 2017. Cette nouvelle loi qui ne constitue pas une rupture avec le dahir de création, prévoit :

- Le maintien de la même délimitation de la région minière de Tafilalet et de Figuig ;
- La prorogation de l'activité minière artisanale pour une durée de 15 ans ;
- Le maintien de la CADETAF tout en lui attribuant de nouvelles missions.

La région minière de Tafilalet et de Figuig a, depuis longtemps, constitué le siège d'une production importante de plomb et de zinc. En effet, des centaines de gîtes de ces substances sont connues et ont fait l'objet de travaux d'importance variable. Hormis les minerais de plomb, de zinc et la barytine, la région renferme d'autres substances comme le cuivre, le manganèse, le fer, l'or, l'argent, le marbre et des roches ornementales.

Cependant, ces richesses n'ont pas permis à l'activité minière dans la région d'évoluer vers le stade industriel et de constituer un levier de développement socio-économique régional voire national. Cette contreperformance s'explique essentiellement par le retard important en matière de recherche et de développement minier.

Globalement, les motifs ayant conduit à la mise en place de la restructuration de la CADETAF sont résumés comme suit :

- La zone renferme un grand potentiel s'étalant sur une superficie de 60 000 km^2 alors que le cumul de la surface des chantiers artisanaux ne dépasse pas 6 000 km2. Une superficie de 54 000 km2 se trouve donc exclue des programmes de recherche et de développement et du dynamisme que connaît le secteur minier en général en raison de la restriction imposée par le Dahir du 1er décembre 1960 ;
- Une quasi absence des gisements affleurants ou subaffleurants susceptibles d'être exploités de manière artisanale ;
- Les minéralisations deviennent de plus en plus profondes nécessitant des moyens et des méthodes de mise en valeur avancés dépassant largement la capacité technique et financière des artisans.

Cette restructuration, dont le socle porte essentiellement sur le découpage de la région minière de Tafilalet et de Figuig en zones à soumettre à la concurrence et la mise en place d'un système de fixation des droits d'accès et des royalties, vise les objectifs suivants :

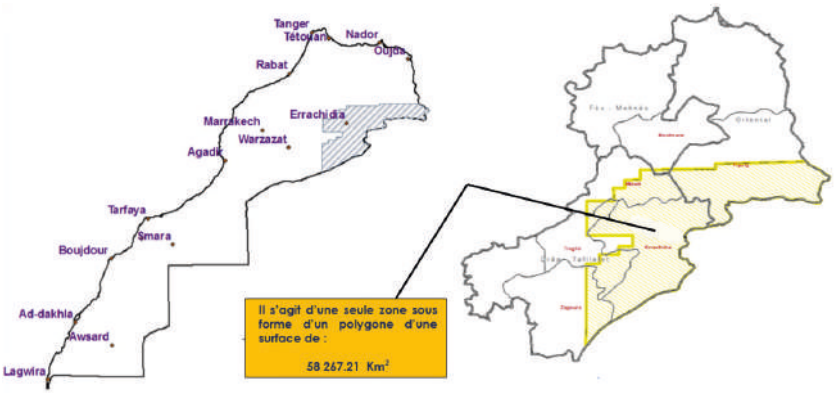
- Rattraper le retard en matière de recherche et de développement miniers ;
- Intégrer la région dans le processus de développement que connaît le secteur à l'échelle nationale ;
- Réaliser le meilleur compromis entre l'ouverture de la zone aux investisseurs et la sauvegarde des droits des artisans mineurs.

Arrêté du Ministre de l'Énergie, des Mines et de l'Environnement n°1924.20 du 20 juillet 2020, relatif au découpage de la région minière de Tafilalet et de Figuig. En parallèle de cet arsenal juridique régissant le secteur minier, ce dernier est soumis à d'autres textes entre autres ceux relatifs à la protection de l'environnement et à la gestion du secteur de l'eau.

20.3.3. Degré d'organisation des artisans-mineurs

Au Maroc, le secteur de l'exploitation minière artisanale est un secteur formel mais peu structuré. La principale structure régissant le secteur est la CADETAF.
La zone de compétences de cette Centrale atteint 60 000 km2, dont la plupart de la surface appartient à la région de Draa Tafilalt et le reste à la région de l'Orientale en particulier à la province de Figuig et la région de Fès-Meknès (Figure 20.5).

FIGURE 20.5 | PRÉSENTATION DE LA ZONE DE LA CADETAF.



Il est à mentionner que les artisans de l'exploitation minière artisanale sont organisés en associations et en coopératives. Cependant, ces coopérations et/ou associations sont dans l'incapacité d'atteindre les objectifs de leur création.

Par ailleurs, vu les nouveaux textes réglementaires, ces coopératives se trouveront dans l'obligation d'être efficaces et opérationnelles voire même évoluer en petites entreprises. En effet, l'Article 8 du Dahir n°1-16-131 du 21 kaada 1437 (25 Août 2016) portant promulgation de la Loi n°74-15 relative à la région minière de Tafilalet-Figuig, stipule que :
« En cas d'appel à concurrence concernant une zone couverte par l'activité minière artisanale, les artisans mineurs exerçant leurs activités dans ladite zone jouissent d'un droit de priorité à l'octroi d'un permis de recherche, à condition de se constituer en sociétés ou en coopératives et de justifier des capacités techniques et financières équivalentes à celles du concurrent ayant présenté l'offre la plus avantageuse ».
Concernant l'organisation au sein des exploitations, une visite des sites (Mission organisée du 7 au 11 novembre 2022 en vue de la préparation de ce guide) laisse voir des ouvriers, en pleine activité manipulant des instruments rudimentaires (marteaux, pelles, cordes, échelles, etc.).

Au niveau d'autres sites, les ouvriers manipulent des équipements plus mécanisés notamment, les treuils pour extraction, des marteaux perforateurs, compresseurs, téléphériques. Cependant, des exemples d'exploitations minières artisanales ont connu une évolution de l'exploitation rudimentaire à l'exploitation semi-mécanisée (chantiers de plomb et de zinc à Boudhar–Beni Tadjit) (Figures 20.6, 20.7 et 20.8).

FIGURE 20.6 | TÉLÉPHÉRIQUE UTILISÉ DANS LES CHANTIERS DE PLOMB ET DE ZINC À BOUDHAR-BENI TADJIT (FATIMA SBAI, 2022).



FIGURE 20.7 | GALERIE DU CHANTIER DE PLOMB ET DE ZINC À BOUDHAR–BENI TADJIT (FATIMA SBAI, 2022).



FIGURE 20.8 | CHARGEUSE DE MINERAIS UTILISÉ DANS LA MINES DE PLOMB ET DE ZINC À BOUDHAR- BENI TADJIT (FATIMA SBAI, 2022).



20.3.4. Rôle du Service géologique national pour accompagner le secteur minier artisanal

La Direction de la Géologie qui assure le rôle du Service Géologique du Maroc (SGM) est, depuis sa création en 1921, l'acteur national de référence, en matière de capitalisation, de production, de gestion et de diffusion des données géoscientifiques,

et de la conduite des recherches fondamentales et appliquées concernant le sol, le sous-sol et les ressources associées.

Pour renforcer davantage le rôle du SGN dans l'attractivité minière de la région de la CADETAF, un programme spécifique de cartographie géologique, géophysique et géochimique lui a été réservée. Ce programme a permis d'atteindre des couvertures de 40 % géologie avec un taux de 44 % en 2030, 10 % en géochimie avec un objectif de 52 % à l'horizon 2030 et 72 % en géophysique.

20.4. ENJEUX ENVIRONNEMENTAUX ET SANITAIRES LIES A LA MINE ARTISANALE

20.4.1. Impact sur l'eau

L'exploitation minière artisanale au Maroc n'a pas recours à des opérations de traitements de minerais en utilisant des réactifs chimiques ; certaines d'entre elles utilisent, cependant, le traitement gravimétrique pour les minerais de basse teneur, grâce à des tables à secousses (Figure 20.9).

FIGURE 20.9 | OPÉRATION DE TAMISAGE HUMIDE DANS UNE MINE À EXPLOITATION ARTISANALE À JBEL BOUDHAR À BENI TADJIT (FATIMA SBAI, 2022).



Afin d'assurer l'efficience du traitement et de l'extraction et de veiller à ce que les activités minières ne nuisent pas aux ressources en eau, une approche intégrée à la gestion de l'eau qui tient compte de son utilisation, de son traitement et de son recyclage est adoptée dans les exploitations minières artisanales au Maroc. Cette dernière consiste au transfert des eaux chargées dans des bassins ou les fines vont sédimenter et l'eau ainsi clarifiée est pompée à l'aval du bassin et recyclée afin d'être réutilisée dans le traitement gravimétrique du minerai.

Le recyclage et la réutilisation de l'eau de traitement sont une étape importante et essentielle vers la réduction ou l'élimination de l'apport en eau douce, tout en minimisant le rejet dans l'environnement d'eaux potentiellement contaminées.

20.4.2. Impact sur la déforestation

L'impact sur la déforestation reste minime voire inexistant et ce, pour deux raisons essentielles :

- Au niveau de la région Tafilalet, une zone oasienne, les exploitations minières artisanales se trouvent généralement dans des endroits désertiques ;
- Au niveau des zones forestières, le Haut-Commissariat aux Eaux et Forêts et à la Lutte Contre la Désertification (HCEFLCD) exige une acceptabilité environnementale, ce qui amène dans certains cas l'exploitant à abandonner l'ouverture du chantier vu le coût d'une étude d'impact sur l'environnement (EIE) et la lenteur de la procédure.

Le HCEFLCD étant une structure chargée de l'élaboration et de la mise en œuvre de toute action devant contribuer à la conservation des ressources forestières et sylvopastorales, des eaux et du sol, cynégétiques et piscicoles.

20.4.3. Impact sur le paysage

Le principal impact de l'activité minière à exploitation artisanale est un impact paysager, visuel, représenté par des fosses laissées à ciel ouvert ainsi que des amas de stériles. La réhabilitation des sites s'avère non envisageable du fait que les travaux réalisés par les artisans mineurs sont d'une grande utilité pour d'éventuels explorateurs et particulièrement les opérateurs miniers désirant mener des programmes de recherche et de développement miniers de grande envergure dans le cadre de l'implémentation du projet de restructuration de l'activité minière artisanale.

Cependant, les sites sont sécurisés par des clôtures fils métalliques pour préserver le cheptel, les habitations étant très éloignées.

20.4.4. Impact sur la santé

Dans l'exploitation minière artisanale, l'impact sur la santé demeure insignifiant si non inexistant. Toutefois, il ne faut pas perdre de vue les risques entraînant des accidents, parfois mortels, et dont le nombre ne dépasse pas quatre par an en moyenne. Ce constat pouvant s'avérer alarmant est dû essentiellement à des fautes d'inattention des artisans et au non-respect des consignes de sécurité, mais aussi à d'autres facteurs, notamment l'éloignement des centres hospitaliers et la difficulté d'accès aux sites.

Afin de réduire le nombre d'accident, des EPI (casques, protecteurs auditifs, lampes, bottes, gants) sont distribués par la CADETAF, des journées de sensibilisation relatives à l'hygiène et la sécurité sont aussi organisées au profit des artisans sans

oublier les sessions de formation sur les techniques minières notamment en foration et tir à l'explosif. Malgré ces actions, une visite des sites laisse voir qu'un grand nombre d'artisans négligent le port des EPI. Par conséquent, un renforcement des formations de sensibilisation au profit des artisans mineurs afin de créer une prise de conscience des risques inhérents à l'activité et à se familiariser avec les consignes de sécurité s'avère nécessaire.

20.5. ENJEUX SOCIO-ECONOMIQUES LIES A LA MINE ARTISANALE

Même si le mode de travail n'est pas défini avec rigueur, car il n'existe pas un lien hiérarchique ou une relation de travail entre le titulaire de l'autorisation et les ouvriers, les mines à exploitation artisanale sont un levier socio-économique pour un grand nombre de familles.

20.5.1. Rôle des femmes

Concrètement, dans le secteur minier en général et malgré leur travail à plusieurs niveaux dans la chaîne de production, les femmes travaillant sur les exploitations sont invisibles et ne sont pas considérées comme des mineurs. Concernant la mine à exploitation artisanale, au Maroc, il existe deux cas de figures :

- Femmes détentrices d'autorisation : il y a, dans l'ensemble, une dizaine de femmes titulaires d'autorisations d'exploitation minière artisanale qui sont actives ;
- Femmes ouvrières sur un chantier, pour ces dernières interdictions de descendre au fond pour trois raisons :
  - Engagement à l'international : le Maroc a ratifié le 16 décembre 1957 la Convention (C45) sur l'emploi des femmes aux travaux souterrains, datée de 1935. Cette convention stipule au niveau de son article 2 : « Aucune personne du sexe féminin, quel que soit son âge, ne peut être employée aux travaux souterrains dans les mines » ;
  - Réglementaire : dans son article 21, le Dahir n°1-60-007 du 24 décembre 1960 portant statut du personnel des entreprises minières stipule « Les jeunes ouvriers de moins de seize ans et les femmes ne peuvent être employés au fond » ;
  - Culturelle : selon des artisans interrogés sur certains sites, la femme est présente pour la cuisine ou le tri/scheidage (Figure 20.10).

Au niveau de la rémunération, à poste égal, les femmes sont rémunérées comme les hommes.

FIGURE 20.10 | RÔLE DES FEMMES : SCHEIDAGE DU MINERAI DE PLOMB DANS LA MINE DE PLOMB ET DE ZINC À BOUDHAR-BENI TADJIT (MERYEM EL ABIDI EL ALAOUI, 2022).



20.5.2. Rôle des agriculteurs, éleveurs et artisans-mineurs locaux

Le plus grand nombre de mines à exploitation artisanale se situent au sud-est du Maroc, au niveau d'une zone oasienne à vocation touristique où la phœniciculture est la principale activité agricole. De ce fait, les artisans mineurs désertent les sites pendant la période de récolte des dattes, cherchant à amplifier ainsi leurs sources de revenus.

Pendant les saisons à forte chaleur (les trois mois d'été), les artisans développent certaines activités touristiques (guide, vente de bracelet et bijoux fabriqués à partir des minerais, vente de fossiles ou de minéraux décoratifs).

20.6. REFERENCES

Discours du Trône du 3 mars 1986.

Mohammed Ben Yader, Conférence au sujet d'immobilier non conservé, Symposium national organisé par le Centre d'études civiles et immobilières de la Faculté de droit, Marrakech, les 27 et 28 février 2004, Imprimerie nationale à Marrakech, 1ère édition, 2004.

cmconjoncture, 2021 : Le Centre Marocain de Conjoncture (CMC) est un observatoire privé et indépendant de l'économie nationale.

Rapport annuel de la CADETAF (2021).

Note de conjonctures 2021, Direction du Trésor et des Finances Extérieures.

Note de conjoncture 2021, Direction des Etudes et des Prévisions Financières.

Recensement Général de la Population et de l'Habitat, 2014, Haut-Commissariat au Plan.

Haut-Commissariat au Plan, 2018, Annuaire Statistique des Régions.

BO n°2012 du 18 mai 1951.

BO n°2514 du 30 décembre 1960.

Bulletin Officiel (BO) n°2539 du 23 Juin 1961.

BO n°5118 du 19 juin 2003.

BO n° 5448 du 17 août 2006.

BO n°5480 du 7 décembre 2006.

BO N°5654 du 7 août 2008.

BO N°5956 bis du 30 juin 2011.

BO n°6384 du 6 août 2015.

BO n°6506 du 6 octobre 2016.

BO n°6813 du 16 septembre 2019.

BO n°6767 du 8 avril 2019.

BO n°6858 du 20 février 2020.

BO n°6897 du 6 juillet 2020.

BO n°6910 du 20 août 2020.





21. Enjeux du secteur minier artisanal en Mauritanie et rôle de l'Agence Nationale de Recherches Géologiques et du Patrimoine Minier

Par Cissé TRAORÉ et Weva SADEGH
Agence Nationale de Recherches Géologiques et du Patrimoine Minier

21.1. CONTEXTE GEOGRAPHIQUE DE LA MAURITANIE

21.1.1. Démographie de la Mauritanie

La Mauritanie, officiellement République Islamique de Mauritanie, est située au nord-ouest du continent africain, elle a une superficie de 1 030 700 km^2 et est limitée au nord-nord-est par l'Algérie, au nord par le Maroc, à l'est et au sud-sud-est par le Mali, au sud-ouest par le Sénégal et à l'ouest par l'océan Atlantique.

La population est estimée à 4 372 037 habitants en 2022 (Agence Nationale de la Statistique et de l'Analyse Démographique et Économique, ANSADE), soit une densité de 4,24 hab./km^2.

21.1.2. Économie de la Mauritanie

Sur le plan économique, en 2021, l'activité minière d'une manière générale a créé une valeur ajoutée de 59,7 milliards Ouguiyas Mauritaniens (MRU) (1,51 milliards €) dont 24,4 milliards MRU (615,6 millions €) par l'activité minière artisanale, soit une croissance de l'activité artisanale estimée à 268 % par rapport à 2019, dont 70 % à Chami et 30 % à Zouerate. La valeur ajoutée de l'exploitation artisanale représente environ 1,5 fois la valeur ajoutée générée par les deux entreprises minières (Kinross et MCM) et 1,3 fois la valeur ajoutée de la SNIM (19,1 milliards MRU en 2019 ; soit 481,8 millions €). Elle représente 2 fois la valeur ajoutée de la pêche (11,6 milliards MRU en 2019 ; 292,5 millions €), 1,7 fois la valeur ajoutée de l'agriculture (14,7 milliards MRU en 2019 ; soit 370,6 millions €) et 0,9 fois la valeur ajoutée de l'élevage (27,9 milliards MRU en 2019 ; soit 703,3 millions €). Avec cette valeur ajoutée, l'activité contribue de 41 % à la valeur ajoutée des activités d'extraction des minerais en Mauritanie et de 24 % à la valeur ajoutée du secteur secondaire dans son ensemble (activités extractives et manufacturières). Si on additionne cette valeur ajoutée au PIB national, l'apport de l'activité de l'orpaillage artisanal dans le PIB national serait de 9 %.

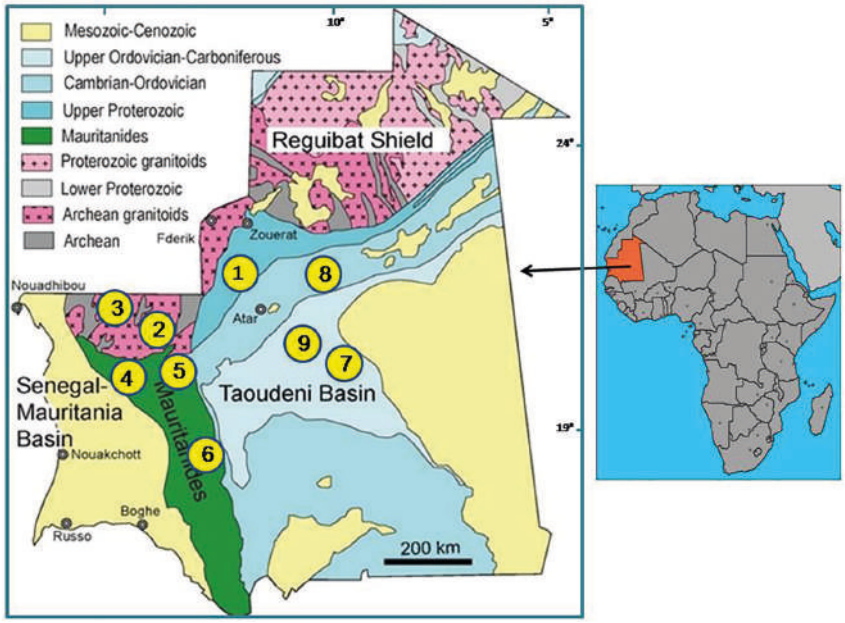
En termes de revenus, l'activité artisanale génère environ 9,7 milliards MRU (244,6 millions €) de revenus par an qui sont distribués dans 11 régions du pays, soit une croissance de 142 % par rapport à 2019.

Concernant l'emploi, l'activité créé environ 46 705 emplois directs. Si l'on additionne environ 5 300 orpailleurs répartis à Agane et dans d'autres zones du pays, le nombre total d'emplois directs générés par cette activité serait d'environ 52 000, sans compter les emplois au niveau des sociétés de traitement des résidus et les petites mines, dont les activités vont démarrer très prochainement. Les emplois de l'activité représentent environ 80 % des emplois du secteur des pêches, qui est le premier secteur créateur d'emplois en Mauritanie. L'activité fait bénéficier indirectement 222 098 personnes, soit 5,5 % de la population mauritanienne. En ajoutant les emplois prévus au niveau des petites mines et la catégorie F (environ 15 200), le sous-secteur d'exploitation artisanale et semi-industrielle de l'or serait en mesure de créer environ 67 000 emplois directs. Il deviendrait alors le premier secteur créateur d'emplois en Mauritanie, dépassant ainsi le secteur des pêches.

21.2. CONTEXTE GEOLOGIQUE DE LA MAURITANIE

21.2.1. Carte géologique du Maroc

FIGURE 21.1 | CARTE GÉOLOGIQUE SIMPLIFIÉE DE LA MAURITANIE (MODIFIÉ D'APRÈS BESSOLES, 1977).



21.2.2. Brève description de la géologie de la Mauritanie

La Mauritanie est subdivisée en cinq ensembles géologiques dont, la dorsale Reguibat, le bassin de Taoudéni, le bassin de Tindouf, la chaîne des Mauritanides et le bassin Côtier.

- Dorsale Reguibat : socle d'âge Précambrien (Archéen et Protérozoïque) qui occupe au nord un tiers de la surface géologique est une partie soulevée du Craton Ouest-Africain qui s'est stabilisée depuis 1 700 Ma. Du point de vue géologique, la dorsale Reguibat est composée de roches métamorphiques et de granites d'âge Archéen à Protérozoïque inférieur. On distingue ainsi deux provinces (Bessoles, 1977) :
- Une province d'âge Archéen essentiellement située à l'ouest et au sud-ouest et comprenant l'Amsaga, le Tijirit, le Tasiast, l'Ouassat, le Ghallaman et les Sfariat. Elle est constituée de terrains de haut degré métamorphique, de migmatites abondantes, de même que de quartzites ferrugineux ;
- Une province d'âge Protérozoïque inférieur au centre et à l'est, avec la résurgence du soubassement d'âge Archéen.
- Bassin de Taoudéni : il occupe les parties centrale et orientale du pays. Il est constitué de séries sédimentaires du Néoprotérozoïque au Dévonien, qui reposent en discordance sur des roches cristallines du Craton Ouest-Africain d'âge Paléoprotérozoïque à Archéen ;
- Bassin de Tindouf : il recouvre une partie de la dorsale Reguibat et se compose de dolomies du Protérozoïque supérieur, de grès, de schistes et de calcaires de l'Ordovicien-Dévonien ;
- Chaîne des Mauritanides : de direction nord-sud, elle est aujourd'hui fortement érodée. Elle s'est mise en place à la suite de trois événements orogéniques (Panafricain, Calédonien et Varisque). La dernière phase est responsable du plissement de la bordure sédimentaire occidentale du bassin de Taoudéni. La marge occidentale de la chaîne est dissimulée sous les sédiments du bassin Côtier ;
- Bassin Côtier : c'est un bassin de marge passive bien connu grâce aux travaux de reconnaissance pétrolière. Dans ce bassin, près de 8 000 m de sédiments se sont déposés du Trias à l'Actuel.

21.3. LA MINE ARTISANALE EN MAURITANIE

L'exploitation artisanale et à petite échelle de l'or (l'orpaillage) est apparue soudainement en Mauritanie en 2016, et connaît depuis un développement spectaculaire.

Compte tenu d'une telle évolution, la société MAADEN Mauritanie, établissement public à caractère industriel et commercial (EPIC), sous tutelle du ministère en charge des Mines, dotée de la personnalité morale et de l'autonomie financière, a été créée par le Décret n°2020-65 en date du 28 mai 2020 pour gérer et encadrer la mine artisanale et semi-industrielle.

FIGURE 21.2 | EXPLOITATION MINIÈRE ARTISANALE EN MAURITANIE.



21.3.1. Quelles substances exploitées en mine artisanale en Mauritanie ?
L'or et le sel sont les principales substances exploitées par les mineurs artisans en Mauritanie.

21.3.2. Cadre législatif du secteur minier artisanal en Mauritanie
L'activité minière d'une manière générale est régie par des engagements internationaux d'une part et des lois et décrets nationaux d'autre part. Il s'agit de :

- L'inscription à l'Initiative pour la Transparence dans les Industries Extractives (ITIE) ;
- La Vision Minière Africaine (VMA) de l'Union Africaine ;
- La Loi n°2008-011 du 27 avril 2008 portant Code minier, modifiée par la Loi n°2009-26, la Loi n°2012-14 du 22 février 2012 et la Loi n°2014-08 du 29 avril 2014.

Outre ces différents engagements et lois, et en réponse à la ruée vers l'or en Mauritanie depuis 2016, un certain nombre d'arrêtés, de décrets et d'articles ont été promulgués, dont :

- Arrêté n°2016-356/MPEM portant institution de couloirs pour l'activité d'exploitation artisanale de l'or, définissant le terme de « zone d'activités artisanales », fixant les conditions d'attribution des « autorisations exclusives de prospection et de prélèvement des substances minérales » et définissant les attributs associés à la détention du titre d'autorisation de prospection et de prélèvement des substances minérales ;
- Décret n°2017-134 du 20 Novembre 2017 portant sur la petite exploitation minière, définissant les conditions et modalités d'application de la Loi n°2008-011 du 27 Avril 2008, modifiée et complétée en 2009, 2012 et 2014, portant Code minier, relativement à la petite exploitation minière ;
- Article conjoint n°2018-0002 du MPEM/MEF portant organisation des professions de l'activité d'exploitation artisanale de l'or, ayant objet de fixer les règles

d'accès et d'organisation des différentes professions de l'activité d'exploitation artisanale de l'or ;
- Décret n°2020-065 en date du 28 mai 2020 portant création de la société MAADEN Mauritanie, définissant ses missions et fixant ses règles d'organisation et de fonctionnement.

21.3.3. Degré d'organisation des artisans-mineurs
L'organisation dans le secteur est faite à différents niveaux.

D'une part, les producteurs artisanaux primaires. Il existe deux principales organisations socioprofessionnelles (OSP) des orpailleurs : une fédération à Zouerate et une autre à Chami. La fédération des orpailleurs de Mauritanie est la première organisation des orpailleurs à voir le jour à Zouerate et a beaucoup contribué au démarrage de l'activité mais dont l'opérationnalité s'est ralentie ces derniers temps. Celle de Chami a été créée un peu plus tard. En plus de ces deux fédérations, les orpailleurs de Tiris Zemmour ont mis en place leur propre organisation, non reconnue officiellement en tant qu'OSP, mais cette dernière a beaucoup travaillé, surtout au moment de l'ouverture de Guleib Ndour à travers la création de plusieurs commissions de terrain pour gérer les conflits et coordonner avec les autorités (notamment dans les domaines de la sécurité et de la gestion de l'eau). Avec l'ouverture de Chagatt, l'opérationnalité de cette organisation s'est réduite et son rôle se limite actuellement à la présence d'un point focal (délégué) au niveau de chaque Majhar (site d'orpaillage), pour régler les conflits entre orpailleurs du site et remonter les doléances à MAADEN Mauritanie.

D'autre part, les sociétés semi-industrielles (sociétés de la catégorie F) qui extraient l'or des résidus par les procédés de carbone-en-lixiviation (CIL) et de lixiviation en cuve (vat leaching). Des ateliers artisanaux se sont organisés en fédération (« La Fédération Nationale des Usines d'Or, FENOR ») constituant l'interface entre les opérateurs et l'Administration publique. Cette nouvelle structure a l'air de bien fonctionner sur le plan organisationnel mais aussi en termes de moyens. Elle dispose d'un grand siège à Nouakchott et demeure très présente dans tous les évènements en relation avec le secteur.

21.3.4. Rôle de l'Agence Nationale de Recherches Géologiques et du Patrimoine Minier pour accompagner le secteur minier artisanal
Le Service géologique national, en l'occurrence l'Agence Nationale de Recherches Géologiques et du Patrimoine Minier (ANARPAM), a pour rôle la cartographie des couloirs dédiés à l'exploitation minière artisanale et à petite échelle dans le but de permettre une meilleure orientation et un bon encadrement de ladite exploitation ; ceci à travers un contrat avec la société MAADEN Mauritanie, en charge de la gestion et de l'encadrement du secteur minier artisanal et semi-industriel.

21.4. ENJEUX ENVIRONNEMENTAUX ET SANITAIRES LIES A LA MINE ARTISANALE

21.4.1. Impact sur l'eau

L'activité artisanale peut engendrer un impact significatif sur les eaux souterraines si le mercure présent dans le sol à Chami, s'infiltre dans la nappe phréatique.

L'état des eaux souterraines dans la région est dérisoire en raison de la faible pluviométrie et de la rareté des eaux de surface tout au long de l'année.

Les problèmes les plus graves pour l'environnement sont sans doute liés à la possibilité de la contamination des eaux de surface et souterraines. Dans l'eau, des formes plus dangereuses de mercure se forment (méthylmercure par exemple) et le mercure peut rentrer dans la chaîne alimentaire et contaminer la faune aquatique dont les poissons. Ces problèmes sont réduits dans le contexte de Zouerate vu la faible pluviosité et le manque d'eaux de surface permanentes à proximité du Centre. Néanmoins, les contaminations de nappes phréatiques lors des épisodes de fortes pluies et la dispersion du mercure dans les oueds en crue restent des enjeux importants.

L'impact reste à craindre si le mercure et les molécules cyanure-mercure présents dans le sol à Chami et à Zouerate (places principales de l'activité) s'infiltrent dans la nappe phréatique. Par ailleurs, la carence d'eau est un problème majeur menaçant la survie dans les deux villes désertiques de Zouerate et Chami, la forte consommation d'eau acheminée vers les villes à travers des citernes (camions) peut finir par devenir un réel problème.

Les eaux de consommation sont translucides (turbidité < 5 NTU) et d'une conductivité variant de 98 à 550 µS/cm. Les résultats des dernières analyses montrent qu'elles ne contiennent pas de mercure à part l'eau de forage d'une société d'exploitation (KM) qui est saumâtre et de forte conductivité (2,85 mS/cm) et très turbide (215 NTU). Cette eau est jugée corrosive et doit donc subir un traitement avant consommation.

21.4.2. Impact sur la déforestation

Un risque de déboisement massif est possible, lié au chauffage des filons de quartz lors de l'exploitation.

21.4.3. Impact sur le paysage

Près des sites d'extraction, le paysage est impacté par les tas de stériles, les habitations temporaires et les déchets de l'activité (carcasses de machines, etc.).

La pollution des sols par les huiles de vidange des groupes électrogènes et autres hydrocarbures est aussi possible.

Le niveau du mercure dans les sols à Chami varie entre 0,4 à 115 ppm, tandis que les sols normaux ont généralement un niveau de mercure allant de 0,1 à 0,25 ppm. Plusieurs normes internationales ont défini une limite du niveau de mercure ne devant pas aller au-delà de 20 ppm. La ville de Chami a donc dépassé la limite des normes normales dans le respect des sols et paysages.

21.4.4. Impact sur la santé

Les récentes études relatives à cette problématique ont permis d'estimer que les ateliers de traitement utilisent actuellement 100 g de mercure par sac de roches traité. La quantité de mercure utilisée par les orpailleurs à Chami et Zouerate a dépassé le double par rapport à 2019 (248 t par an au lieu de 108 t en 2019).

Les impacts sont donc graves sur la santé humaine due à l'excès d'utilisation de ce produit toxique. L'inhalation des vapeurs de mercure est inévitable pour les orpailleurs en proie directe des opérations d'amalgamation. Quelques cas d'inhalation par le mercure ont été détectés à Zouerate.

Les déchets résultant de cette activité sont aussi sources de maladie. Plusieurs tas de déchets ont été localisés en bordure sud de la ville de Chami. Les taux de mercure sont élevés dans ses déchets allant jusqu'à 115 ppm alors qu'un taux normal serait inférieur à 1 ppm. Les taux élevés engendrent des problèmes de santé à court, moyen et long terme pour les habitants de ces villes. En cas de pluie, le mercure peut se solubiliser et causer une contamination de la nappe phréatique. Le vent peut être une source supplémentaire de mobilisation de ces déchets au mercure jusqu'à l'arrivée aux villes environnantes.

Quelques cas de silicose ont été signalés au centre médical de Zouerate. Cette dernière est une maladie pulmonaire provoquée par l'inhalation de particules de poussières de silice notamment la silice cristalline fréquente dans les mines. Or le dioxyde de silicium (SiO2), la forme naturelle de la silice, est la substance la plus abondante dans l'analyse des roches des sites exploités. C'est une maladie grave caractérisée par une inflammation chronique et une fibrose pulmonaire progressive qui précède souvent un cancer des poumons. Certaines formes de silicose se déclarent rapidement après exposition mais d'autres peuvent prendre plus de 15 ans avant de se déclarer.

21.5. ENJEUX SOCIO-ECONOMIQUES LIES A LA MINE ARTISANALE

Même si le mode de travail n'est pas défini avec rigueur, car il n'existe pas un lien hiérarchique ou une relation de travail entre le titulaire de l'autorisation et les ouvriers, les mines à exploitation artisanale sont un levier socio-économique pour un grand nombre de familles.

21.5.1. Rôle des femmes

La situation des femmes est excellente comparée au début de l'activité en 2016. Elles sont dorénavant entrepreneuses et grandes investisseuses dans ce secteur, détentrices de plusieurs sites importants dans la ville de Chami, souvent consultées pour des prestations de services divers, et présentes dans plusieurs commerces (épicerie, restauration, location, fourniture, etc.).

21.5.2. Rôle des agriculteurs, éleveurs et artisans-mineurs locaux

Étant donné que la partie nord du pays est caractérisée par l'absence totale de cours d'eau et un déficit pluviométrique considérable, la zone est défavorable pour l'agriculture, d'où l'absence d'agriculteurs. En revanche, les éleveurs jouent un rôle important, ceci dans l'approvisionnement en produits laitiers et en viande.

La partie nord du pays est également reconnue comme un nouveau débouché important pour la vente de bétail et de lait. Certains éleveurs ont ainsi expliqué qu'ils vendent des moutons aux orpailleurs chaque semaine, ce qui leur assure un revenu régulier.

21.6. CONCLUSION

Une forte mobilisation a été faite afin de promouvoir le secteur artisanal en comparaison avec 2016, qui a marqué le début de la ruée vers l'or en Mauritanie. Il faut également noter la création d'une structure (MAADEN Mauritanie) chargée de l'organisation du secteur dans le cadre de la restructuration du ministère du Pétrole, des Mines et de l'Énergie. En outre, plusieurs points de santé bien équipés ont été mis en place, tout comme des campagnes de sensibilisation sur l'importance des équipements de protection individuelle lors de l'amalgamation, et le creusement des puits. En l'occurrence, il y a une nécessité d'amélioration sur le plan environnemental, à la lumière des quelques études récentes. Les résultats illustrent des quantités importantes de déchets au mercure à Chami, dont la teneur en mercure est au-dessus des normes pour les sols, allant jusqu'à 200 ppm (Figure 21.3). La mise en place d'une méthodologie assurant la stabilisation de ces déchets, le traitement et le recyclage des eaux de procédés puis l'enfouissement dans des casiers de stockage sécurisés, est indispensable pour le respect des engagements environnementaux. Il est aussi important de remblayer les sites après l'achèvement des travaux puis nettoyer ou réhabiliter (Figure 21.4).

L'engagement environnemental devrait être une priorité pour le respect de la santé publique, de la faune et de la flore et essentiellement pour faire un grand pas vers une exploitation minière artisanale durable et responsable en Mauritanie.

FIGURE 21.3 | CARTE DE LOCALISATION DE DÉPÔTS DES DÉCHETS TOXIQUES.

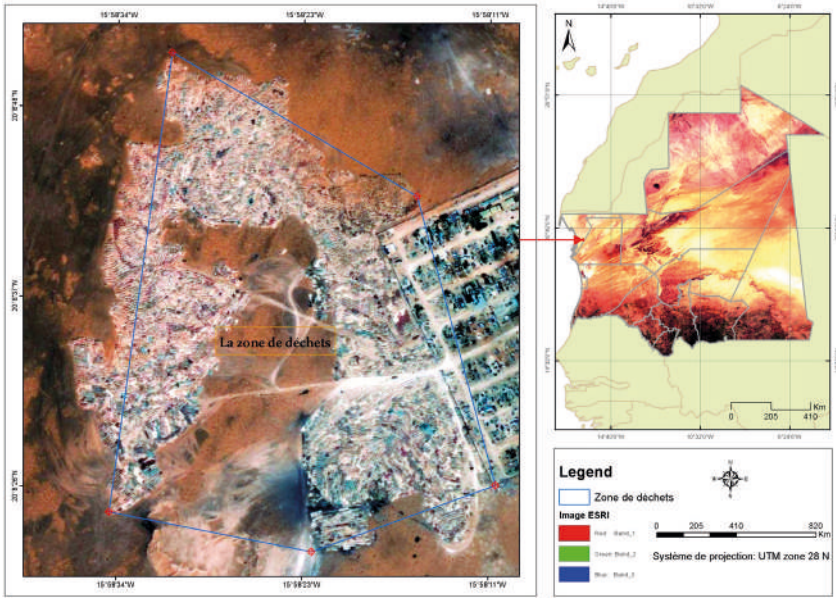


FIGURE 21.4 | FOSSE ABANDONNÉE APRÈS LA FIN DES TRAVAUX.



21.7. REFERENCES

Plan minéral de la Mauritanie, 1975.

Loi n°2008-011 du 27 avril 2008, modifiée en 2009, 2012, 2014, portant Code minier.

Dhaker A., Blal A., Bouderbala S.A., Briké M., Vall Mohamed Baba M., Le secteur minier artisanal et le rôle du Service géologique en Mauritanie, In Tychsen J., Charles N., (Eds.), 2019. La mine artisanale en Afrique de l'Ouest francophone. ISBN 978-87-7871-519-7 (GEUS), ISBN 978-2-7159-2705-6 (BRGM).

Sylvatrop Consulting Sénégal SARL, 2019. Évaluation environnementale stratégique du secteur aurifère artisanal en Mauritanie. MPEMi, MEDD, mise en œuvre par GIZ.

Sylvatrop Consulting Sénégal SARL, 2019. Évaluation environnementale du centre de traitement d'or de Chami. MPEMi, MEDD, mise en œuvre par GIZ.

Mohamed L.A.H., 2021. Diagnostic actualisé de la chaîne de valeur de l'orpaillage artisanal en Mauritanie. MAADEN Mauritanie, Coopération Technique Allemande : Projet « Développement Économique Intégré du secteur Minier (DEIM) » mise en œuvre par GIZ, p. 2-3, p. 32-34.





22. Enjeux du secteur minier artisanal en République Centrafricaine et rôle de la Direction Générale des Mines et de la Géologie

Par Fanta Mariette SAMBA VOMI et Francis Paulin SINGA NDOUROU
Direction Générale des Mines et de la Géologie, Ministère des Mines et de la Géologie

22.1. CONTEXTE GEOGRAPHIQUE DE LA REPUBLIQUE CENTRAFRICAINE

La République Centrafricaine (RCA) dispose d'un vaste ensemble géologique favorable à l'existence d'un potentiel important en ressources minérales, représentant un atout considérable pour le développement de son économie. Les campagnes de prospection exécutées durant la période coloniale ont abouti à la mise en évidence de 470 indices miniers portant sur 34 substances minérales.

22.1.1. Démographie de la République Centrafricaine

La République Centrafricaine est un pays d'Afrique Centrale qui couvre une superficie de 623 000 km^2. Elle partage ses frontières avec la République Démocratique du Congo (RDC) et la République du Congo au sud, le Cameroun à l'ouest, le Tchad au nord et les deux Soudan à l'est. La population est estimée à 4,7 millions d'habitants (Banque Mondiale, 2016).

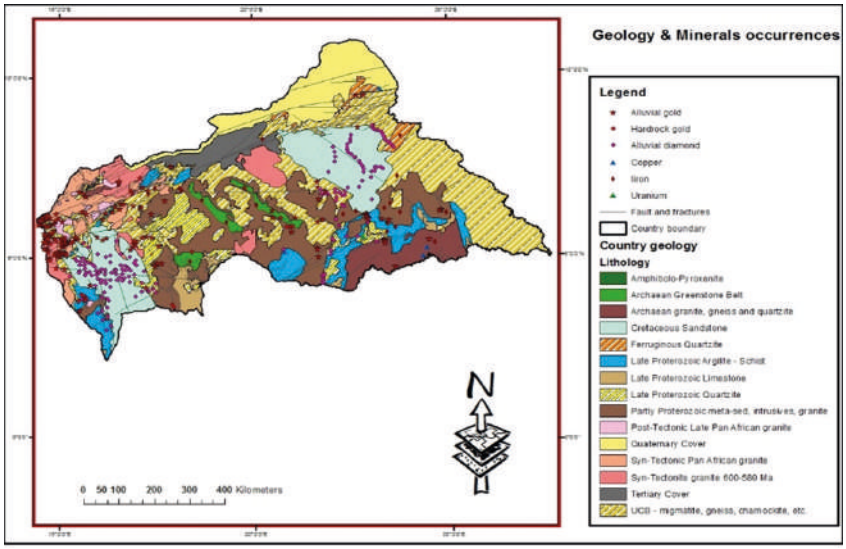
22.1.2. Économie de la République Centrafricaine

L'économie de la République Centrafricaine repose essentiellement sur l'agriculture, l'élevage et l'activité minière. Le secteur minier est un levier du développement socio-économique de la République Centrafricaine. Sa contribution au PIB est de 1,9 à 2 % en 2019 (ICASEES, 2019).

22.2. CONTEXTE GEOLOGIQUE DE LA REPUBLIQUE CENTRAFRICAINE

22.2.1. Carte géologique de la République Centrafricaine

FIGURE 22.1 | CARTE GÉOLOGIQUE SIMPLIFIÉE DE LA RÉPUBLIQUE CENTRAFRICAINE.

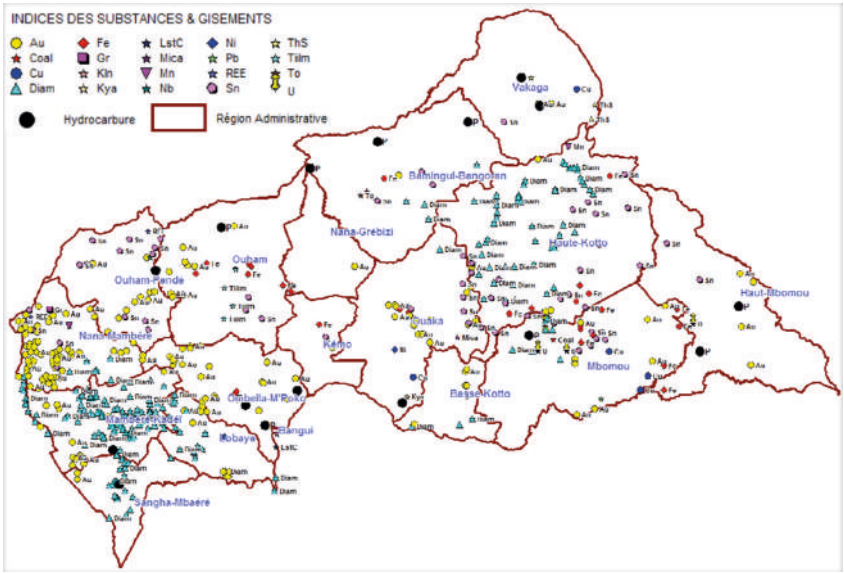


22.2.2. Brève description de la géologie de la République Centrafricaine

La géologie de la RCA est constituée des grands ensembles suivants :

- Les formations d'âge Archéen du socle « Précambrien », constituées des formations du faciès des granulites (série des gneiss/charnockites), du complexe basique-ultrabasique de Mbomou et des ceintures de roches vertes. Elles occupent près de 70 % de la superficie du territoire national et sont considérées comme la marge nord du craton du Congo (Dirks et al., 2002) ;
- Les formations du Protérozoïque inférieur à moyen, essentiellement composées de quartzites, de migmatites et de granitoïdes, qui recouvrent en discordance les formations d'âge Archéen. Celles-ci, à leur tour, sont recouvertes, également en discordance, par les métasédiments du Protérozoïque supérieur comprenant des quartzites, des schistes argileux, des pélites et des carbonates ;
- Les formations des séquences fluviatiles du Crétacé, composées de grès et de conglomérats au nord-est et au sud-ouest du pays ;
- Les formations du Quaternaire du bassin sédimentaire au nord, renfermant les indices pétroliers du pays.

FIGURE 22.2 | CARTE GÉOLOGIQUE SIMPLIFIÉE DE LA RÉPUBLIQUE CENTRAFRICAINE.



22.3. LA MINE ARTISANALE EN REPUBLIQUE CENTRAFRICAINE

La République Centrafricaine a un potentiel minier très important, avec au moins 470 indices minéraux constitués de substances énergétiques, non métalliques, de métaux non ferreux, de diamant et d'or. En dépit du formidable potentiel minier et des gisements connus, seul le diamant et l'or sont exploités d'une manière artisanale.

Dans les zones minières, l'exploitation minière artisanale et à petite échelle offre une importante stratégie de subsistance aux communautés locales. Il s'agit d'une opportunité d'emploi intéressante dans des zones rurales pauvres, car cette exploitation ne requiert guère de capitaux, de connaissances et de technologie. En outre, il s'agit d'une activité qui nécessite beaucoup de main-d'œuvre et qui constitue donc un important pourvoyeur d'opportunités d'emplois, fournissant un revenu monétaire qui aide la population à payer les soins de santé, l'éducation des enfants et la construction d'infrastructures. On estime que le secteur minier artisanal emploie 80 000 à 100 000 mineurs, et 600 000 personnes (13 % de la population du pays) dépendent au moins partiellement du secteur pour leurs revenus.

22.3.1. Quelles substances exploitées en mine artisanale en République Centrafricaine ?

Les substances ayant connu des travaux d'exploitation artisanale en République Centrafricaine sont :

- Diamant ;
- Or ;
- Quartz ;
- Matériaux de construction : argile, quartzite, sable, granite.

FIGURE 22.3 | SITE MINIER ARTISANALE D'EXPLOITATION DE L'OR. LES ÉTAPES DE L'EXTRACTION, DU CONCASSAGE ET DU LAVAGE.



Carrière en excavation



Concassage et broyage



Lavage et traitement simple

FIGURE 22.4 | SITE MINIER ARTISANALE D'EXPLOITATION DE L'OR. LES ÉTAPES DU TRAITEMENT AU MERCURE ET AU CYNAURE, RÉSIDUS DE TRAITEMENT. CAMPAGNE DE SENSIBILISATION.



Lavage et traitement avec mercure



Résidus de lavage



Traitement avec cyanure



Campagne de sensibilisation

22.3.2. Cadre législatif du secteur minier artisanal en République Centrafricaine

Le secteur minier centrafricain est régi par des lois nationales, des décrets et des engagements internationaux.

Sur le plan national, le secteur minier en général est principalement est régi par :

- La Loi n°09.005 du 29 Avril 2009 portant Code minier de la République Centrafricaine ;
- Le Décret n°09.126 du 30 Avril 2009 fixant les conditions d'application de la Loi n°09.005 du 29 Avril 2009 portant Code minier de la République Centrafricaine ;
- Et les textes subséquents.

Sur le plan international, certains engagements ont été pris dans le cadre de la promotion de la bonne gouvernance et la transparence dans le secteur des mines et des carrières en République Centrafricaine :

- Adhésion à l'Initiative pour la Transparence dans les Industries Extractives (ITIE);
- Adhésion au Système de la Certification du Processus de Kimberley ;
- Adhésion à la Conférence Internationale pour la Région des Grands Lacs (CIRGL) ;
- Ratification de la Convention de Minamata pour l'éradication de l'utilisation du mercure et de l'adhésion au pacte international relatif aux droits économiques, sociaux et culturels des populations impactées par les activités minières ;

Au niveau régional et sous-régional, le pays a la Vision Minière Africaine (VMA), texte de l'Union Africaine.

22.3.3. Degré d'organisation des artisans-mineurs

Le secteur de l'artisanat minier centrafricain est caractérisé par un faible niveau d'investissement en matériels et techniques visant à améliorer les conditions de travail des artisans. L'exploitation artisanale se pratique de manière anarchique dans la majorité des cas, sans autorisations ni titre miniers. En effet, sur plus de 100 Autorisations d'Exploitation Artisanale (AEA) octroyées de 2008 à nos jours, seules 15 sont valides et sur 120 Permis d'Exploitation Artisanale Semi-Mécanisée (PEASM) octroyés, 80 seulement sont valides (DRMCM 2022).

Le Gouvernement centrafricain, dans sa politique de redynamisation du secteur minier artisanal, encourage le regroupement des artisans mineurs en coopérative minière. C'est un moyen efficace pour faciliter le contrôle de la production à la base, afin de mieux suivre la traçabilité des diamants et de l'or et aussi pour formaliser le secteur.

De 1990 à nos jours, la Direction des Techniques Industrielles, de l'Exploitation Artisanale et de la Protection de l'Environnement (DTIEAPE) a pu organiser les artisans

mineurs, constituer et enregistrer 545 coopératives minières sur toute l'étendue du territoire national. Parmi ces coopératives créées, certaines sont détentrices de titres miniers et de diverses autres autorisations. Outre l'existence des coopératives minières artisanales, les acteurs du secteur se regroupent parfois en organisations sur site, en groupements, en associations locales des artisans mineurs et en organisations de la société civile.

Sur les sites, les acteurs intervenant sont principalement : les ouvriers qui exécutent les différentes tâches manuelles ou manient les machines ; les propriétaires de trous ; les bailleurs qui financent les propriétaires de trous ; les acheteurs qui sont le plus souvent affiliés à un comptoir d'achat agréé, le détenteur du site qui le gère, organise les installations, assure la sécurité et joue le rôle d'arbitre en cas de litiges entre acteurs et les commerçants ; les fournisseurs de biens et de services et les artisans (mécaniciens, menuisiers, etc.).

Bien que ce secteur soit globalement peu structuré et informel dans son ensemble, quelques organisations existent : l'Union Nationale des Coopératives Minières de Centrafrique (UNCMCA) ; la Société Coopérative MARCA-GROUP ; la Fédération Nationale des Sociétés Coopératives ; le Syndicat National des Collecteurs de diamants et d'or de Centrafrique ; et le Syndicat National des Bureaux d'Achat Import/Export de diamant et d'or en Centrafrique. À ces structures s'ajoutent également des regroupements sporadiques à travers des coopératives, groupements et associations locales d'artisans mineurs.

Les organisations de la société civile qui œuvrent en Centrafrique dans le secteur de l'artisanat minier regroupent des structures telles que : l'Association des Femmes du Secteur Minier de Centrafrique (AFESMICA), l'Organisation Non Gouvernementale - Centre pour l'Information Environnementale et le Développement Durable (ONG-CIEDD), et l'Organisation pour le Développement Économique et Social de Centrafrique (ODESCA).

22.3.4. Rôle du Service géologique national pour accompagner le secteur minier artisanal

Dans le cadre de la redynamisation de l'exploitation minière artisanale, la Gouvernement centrafricain a prévu dans le Code minier, l'institution d'une Zone d'Exploitation Artisanale (ZEA) selon les dispositions de l'article 64. La ZEA est instituée lorsque les caractéristiques techniques et économiques de certains gîtes de pierres, métaux précieux et semi-précieux ou de toute autre substance minérale ne permettent pas d'en assurer une exploitation industrielle ou semi-mécanisée, mais permettent une exploitation artisanale.

En République Centrafricaine, la Direction Générale des Mines et de la Géologie est la structure administrative nationale qui accompagne le secteur minier artisanal.

Elle a pour mission principale d'élaborer et mettre en œuvre la politique nationale du secteur minier. Pour réaliser la mission qui lui est assignée, elle dispose de trois directions et d'une unité anti-fraude qui interviennent directement dans le secteur de l'artisanat minier et se présentent comme suit :

- La Direction de Recherche Minière et du Cadastre Minier (DRMCM) a pour attribution, d'exécuter des travaux de recherches géologiques et minières et d'établir la cartographie correspondante pour la mise en place d'une base de données fiable. Elle est également chargée de la conception et de la mise en œuvre d'un cadastre minier efficace, du suivi des programmes de recherches géologiques et de l'expertise des échantillons de roches et minéraux des sociétés de recherches minières avant l'expédition dans les laboratoires à l'étranger ;
- La Direction des Techniques Industrielles, de l'Exploitation Artisanale, de la Protection de l'Environnement (DTIEAPE) a pour mission d'apporter toute assistance matérielle, technique et financière aux coopératives, aux groupements d'artisans mineurs agréés. Outre son rôle premier, elle a également comme attributions d'organiser les artisans mineurs en coopératives minières, de promouvoir l'assistance technique et matérielle et d'en assurer la vulgarisation, d'assurer le suivi, le contrôle et l'évaluation de l'investissement, de promouvoir la formation des artisans et d'assurer la protection de l'environnement et la restauration des sites dégradés ;
- La Direction des Données, de la Régularisation du Suivi et de la Commercialisation (DDRSC) a pour mission de superviser toutes les activités relatives à la commercialisation des pierres et métaux précieux et semi-précieux ;
- L'Unité Spéciale Anti-Fraude (USAF) a pour mission de collecter les informations relatives aux fraudes en matière des mines et de géologie, d'enquêter sur la moralité des candidats à la profession de collecteur d'or et de diamant, des acheteurs et démarcheurs agréés des bureaux d'achat et de proposer des mesures.

22.4. ENJEUX ENVIRONNEMENTAUX ET SANITAIRES LIES A LA MINE ARTISANALE

Malgré sa forte contribution, le secteur minier artisanal représente une menace pour les ressources naturelles, la sécurité alimentaire et la santé humaine et animale.

L'exploitation artisanale et semi-mécanisée se déroule de façon séquentielle et a souvent pour corollaire la dégradation de l'environnement. Le constat qui se dégage, se traduit par :

- Des grandes tranchées d'exploitation creusées par les artisans mineurs de manière anarchique, depuis plus de cinquante ans et qui ne sont pas remblayées ;
- Des canaux de dérivation et des lits de cours d'eau déviés pour la construction de barrages ;
- L'usage abusif et anarchique de produits chimiques (acides, mercure et cyanure) ;

- Des forêts détruites créant ainsi des conditions invivables pour la faune et la flore. La déforestation et la coupe du bois sont effectuées pour confectionner les hangars, les outils de travail, les soutènements des puits et des galeries, sans le moindre respect de la protection de l'environnement, et avec pour conséquence l'avancée de la grande sécheresse.

22.4.1. Impact sur l'eau

L'une des conséquences directes de l'exploitation minière artisanale est la pollution et la contamination de l'eau à cause de l'utilisation accrue et anarchique de produits chimiques prohibés tels que le cyanure et le mercure (récupération et concentration de l'or par lavage). La boue obtenue après rinçage est utilisée pour l'amalgamation avec le mercure. Le résidu obtenu après l'amalgamation est utilisé pour la cyanuration.

22.4.2. Impact sur la déforestation

La prospection des sites, par la recherche des minéraux indicateurs de la présence de diamant et/ou d'or, est l'une des premières étapes de la déforestation avant l'exploitation minière artisanale. Elle nécessite en effet le déblayage de la zone de test pour avoir une idée sur la teneur afin de procéder, si la prospection s'avère positive, à l'exploitation proprement dite. De même, la construction des habitations de fortune et des hangars abritant les commerces, le soutènement des galeries ou des trous pour éviter les éboulements, nécessitent la coupe d'importantes quantités de bois induisant la perte souvent irréversible de nombreuses espèces animales et végétales.

22.4.3. Impact sur le paysage

Le creusage des trous et des tranchées par les artisans mineurs, afin d'atteindre les graviers minéralisés identifiés lors des prospections volantes, détériore le paysage. On note une dégradation des sols avec la perturbation de leurs structures. Des trous et des monticules sont abandonnés sans qu'il y ait le moindre respect des normes internationales pour la protection de l'environnement, et aucune précaution n'est prise pour la sécurisation et le revêtement des lieux. Des terrains deviennent envasés et humides liés au déversement des boues de traitement, ce qui dégrade aussi le paysage.

22.4.4. Impact sur la santé

L'exploitation minière artisanale présente certains avantages d'ordre économique, mais a aussi des impacts négatifs du point de vue sanitaire. Le manque d'hygiène sur les sites d'exploitation est une des causes. Ainsi, les matières fécales sont souvent rejetées dans la nature et drainées par les eaux, elles-mêmes utilisées par la population, ce qui entraîne diverses maladies (diarrhées, infections diverses). La concentration de population sur un site minier et la présence de zones humides potentielles peuvent favoriser la diffusion du paludisme. Autre enjeu sanitaire, les

poussières inhalées par les mineurs artisans lors de l'étape de réduction en poudre du minerai à l'aide d'un moulin peuvent conduire à des maladies respiratoires (bronchites, pneumopathies, tuberculose, silicose, etc.). On note également la précarité induite par l'afflux massif de population sur le site qui entraîne la prostitution, et le risque accru de diffusion de maladies sexuellement transmissibles et du VIH/SIDA.

22.5. ENJEUX SOCIO-ECONOMIQUES LIES A LA MINE ARTISANALE

22.5.1. Rôle des femmes

L'exploitation minière artisanale joue un rôle très important dans le relèvement politique, économique et social du pays. Toutefois, les femmes courent le risque d'être exclues de ces réformes, car leur présence déjà faible dans le secteur semble s'accentuer depuis la crise. Environ 3 % des femmes seulement sont impliquées dans les activités extractives à l'ouest, contre 17 % à l'est (Levin Sources, 2018). Elles sont les plus touchées par les effets des conflits récents.

Les femmes qui s'intéressent aux activités minières artisanales sont celles qui subviennent aux besoins de leurs ménages. Malheureusement, leur situation reste difficile souffrant de la pauvreté, de l'analphabétisme, de la discrimination et de violences sexuelles. Les femmes de l'artisanat minier travaillent dans le secteur informel.

Les femmes sont sous-estimées. Les obstacles sont le non accès au financement de leurs activités et la croyance locale qui signale que leur présence sur les chantiers miniers peut faire disparaître les substances minérales. Un besoin de sensibilisation aux pratiques sexuelles à risque est nécessaire sur les sites miniers. Les femmes devraient aussi pouvoir suivre des formations sur les techniques d'exploitation minière et sur les activités génératrices de revenus. Enfin, les femmes devraient pouvoir bénéficier d'un accès au financement et être mieux valorisées et reconnues dans les activités minières.

L'expérience et les recherches ont démontré que le développement des projets miniers artisanaux présente des opportunités et des risques très spécifiques pour les femmes. Les impacts négatifs réels et potentiels liés au développement de projets miniers renforcent les inégalités et la marginalisation des femmes dans les zones d'exploitation. Ces projets sont développés dans des régions rurales au sein desquelles les femmes sont assimilées à des groupes vulnérables en raison de leur extrême pauvreté. Bien que la pauvreté touche la quasi-totalité de la population, les données disponibles attestent que les femmes sont les plus affectées. La discrimination est très visible entre les hommes et les femmes dans le secteur minier artisanal.

Les différentes études et enquêtes menées dans le cadre du projet Droit de Propriété de Développement du Diamant Artisanal (DPDDA 2) dans le sud-ouest de la République Centrafricaine ont permis de dresser une matrice de clarification par genre pour l'ensemble des artisans mineurs. Le constat est que :

- Plus de 99 % des femmes artisanes mineuses et détentrices de parcelles minières, sont devenues propriétaires par héritage via leur défunt père ou mari ;
- Nombreuses sont celles qui ont appris le métier d'artisan mineur aux côtés de leur époux ou de leurs parents ;
- Comme leurs homologues masculins, ces femmes évoluent dans l'illégalité, ne disposant pas de papiers officiels (rares sont celles qui détiennent des patentes et des cahiers de production).

22.5.2. Rôle des agriculteurs, éleveurs et artisans-mineurs locaux

L'agriculture, le maraîchage et l'élevage sont présentés comme les principales activités alternatives aux activités minières menées par les artisans dont la majorité vient des villages. Les populations agricoles ainsi que les éleveurs s'adonnent à l'artisanat minier de façon saisonnière et semblent préférer s'engager dans une répartition des activités pratiquées localement. L'artisanat minier est une stratégie des ménages pour sécuriser et assurer leurs besoins essentiels (subsistance et santé). L'exploitation artisanale, qui en l'état actuel, ne fournit pas à tous un revenu régulier, participe plutôt à une stratégie de combinaison des activités permettant à minima d'assurer les besoins élémentaires. Par ailleurs, l'artisanat minier offre toute une gamme d'activités rémunératrices, pour les hommes comme pour les femmes, qui peuvent être exercées parallèlement aux travaux agricoles et viennent utilement les compléter. Les activités minières sont présentées comme un complément utile de l'agriculture et de l'élevage, seule alternative permettant actuellement de gagner du numéraire et de répondre à un certain nombre de besoins impérieux. Dans certains cas, l'artisanat minier est même présenté comme un atout pouvant servir au développement agricole, grâce aux moyens financiers qu'il est susceptible d'apporter.

22.6. REFERENCES

Décret n°09.126 du 30 Avril 2009, fixant les conditions d'application de la Loi n°09.005 du 29 Avril 2009 portant Code minier de la République Centrafricaine.

Direction Générale des Mines et de la Géologie (DGMG), 2022. Rapport d'activité.

Direction de la Recherche Minière et du Cadastre Minier (DRMCM), 2022. Situation du Cadastre minier.

Levin Sources, 2018. Diagnostic de l'exploitation minière et perspective de développement socio-économique en RCA à la lumière de la vision du régime minier en Afrique, 109 p.

Loi n°09.005 du 29 Avril 2009 portant Code minier de la République Centrafricaine.

Ministère des Ressources Énergétiques et Minérales, 1995. Une introduction au secteur minier de la République Centrafricaine, 50 p.

Direction des Techniques Industrielles, de l'Exploitation Artisanale et de la Protection de l'Environnement (DTIEAPE), rapport 2021.




JORDAN

23. Enjeux du secteur minier artisanal en République Démocratique du Congo et rôle du Service géologique national

Par Erick MANTUILA TADILA et Bénédicte MBUYA KALENGA
Service Géologique National du Congo (SGN-C)

23.1. CONTEXTE GEOGRAPHIQUE DE LA REPUBLIQUE DEMOCRATIQUE DU CONGO

23.1.1. Démographie de la République Démocratique du Congo

La République Démocratique du Congo (RDC) est un pays d'Afrique Centrale situé à cheval sur l'équateur (entre 6°N et 14°S, et entre 12° et 32°E). Le pays a une superficie de 2 345 410 km^2 qui en fait le deuxième pays le plus vaste du continent africain après l'Algérie. La RDC partage ses frontières d'une longueur de 9 165 km avec neuf pays : République Centrafricaine et Sud-Soudan au nord ; Ouganda, Rwanda, Burundi et Tanzanie à l'est ; Zambie et Angola au sud et République du Congo à l'ouest. La RDC a en outre un accès à l'océan Atlantique.

Recensée pour la dernière fois en juillet 1984, la population congolaise (RDC) est estimée à 98,37 millions d'habitants en 2019, avec un taux de croissance démographique estimé à 3,2 %. Elle est active car environ 48 % des congolais ont moins de 15 ans, 48 % ont entre 15 et 59 ans et 4 % ont 60 ans et plus. Les femmes représentent 51 % de la population.

La densité de population est de 42 hab./km^2. Il faut cependant signaler que cette densité moyenne masque d'énormes disparités entre provinces, puisque la majorité de la population est concentrée sur un petit nombre de provinces situées principalement à l'est, au sud et au sud-ouest du pays. La population urbaine représente 40 % de la population totale, avec une forte concentration dans la capitale du pays, Kinshasa, dont la population est estimée à plus de 13 millions d'habitants.

23.1.2. Économie de la République Démocratique du Congo

Au regard de son potentiel, l'économie de la RDC repose sur ses ressources naturelles essentiellement minières. Le secteur minier joue un rôle majeur et constitue la principale source de recettes d'exportation, estimée à une hauteur de 95 %. Ce secteur représente actuellement plus de 20 % du PIB et constitue près d'un tiers des recettes de l'État.

Les statistiques de production (industrielle et artisanale) des principales substances minérales exploitées en RDC, au cours de l'année 2021, se présentent de la manière suivante :

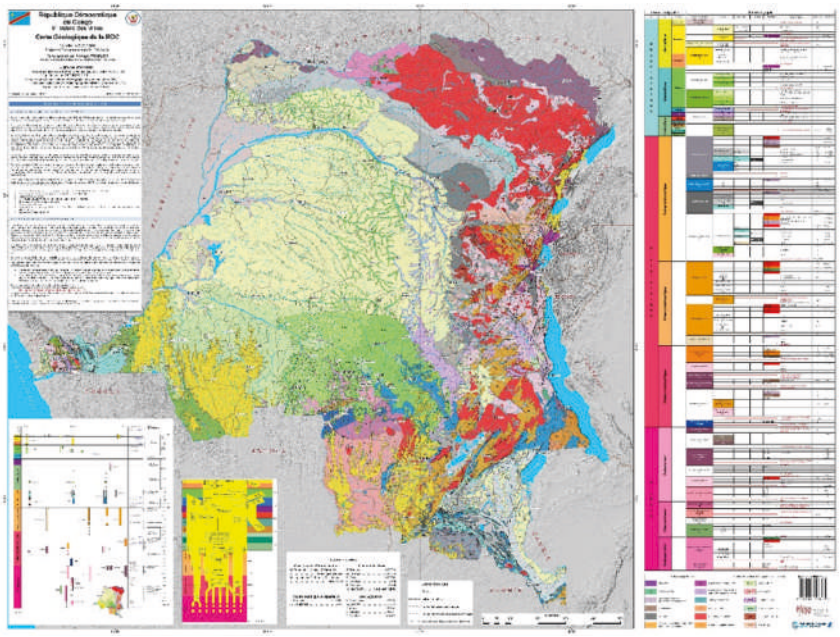
- Cuivre : 1 924 373,59 t ;
- Cobalt : 93 010,53 t ;
- Zinc: 16 079,39 t ;
- Or: 31 421,05 kg ;
- Cassitérite : 27 989,65 t ;
- Coltan : 1 440,50 t ;
- Wolframite : 220,48 t ;
- Diamant : 12 973 335,66 carats (51 % issus de la production artisanale).

Il est à noter que, hormis le diamant, la production artisanale représente une moyenne 20 % des substances évoquées ci-dessus.

23.2. CONTEXTE GEOLOGIQUE DE LA REPUBLIQUE DEMOCRATIQUE DU CONGO

23.2.1. Carte géologique de la République Démocratique du Congo

FIGURE 23.1 | CARTE GÉOLOGIQUE DE LA RÉPUBLIQUE DÉMOCRATIQUE DU CONGO (MAX-FERNANDEZ ET AL., 2015).



23.2.2. Brève description de la géologie de la République Démocratique du Congo

Le bâti géologique de la République Démocratique du Congo est très divers, mais en essence relativement simple (Figure 23.1). Il consiste en une dépression centrale appelée Cuvette Centrale (CC, parfois aussi « Cuvette du Congo » ou « Bassin du Fleuve Congo » ; d'un diamètre d'environ 1 200 km et d'altitudes comprises entre 300 et 500 m) et de son rebord à topographie plus élevée composée essentiellement des chaînes d'âge Méso et/ou Néoprotérozoïque bien connues pour leurs provinces métallogéniques et champs de kimberlites. Des blocs cratoniques distincts d'âge Archéen et Paléoprotérozoïque de taille ± similaire sont soudés à ces chaînes mobiles ; le tout formant « le craton du Congo ». Ce dernier est limité à l'ouest par la marge continentale passive de l'océan Atlantique et à l'est par la branche occidentale du Système du Rift-Est Africain (SREA). Des gisements d'hydrocarbures sont exploités dans la frange côtière Atlantique et diverses études ont également démontré le potentiel des bassins du rift en hydrocarbures (Fernandez-Alonzo et al., 2015).

Les roches d'âge Archéen se trouvant en RDC, sont associées aux complexes tonalitique de la Haute Luanyi et Kanda-Kanda, gneisso-ambibolitique de la Bomu, granito-gneissique de Sandoa, gabbro-noritique et charnockitique de Kasai-Lomami, granitique et migmatitique de Dibaya, gneissique de Garamba, ainsi qu'aux Supergroupes de la Gangu, de la Kibali, de Niagara et des Muhila. Ces roches se rapportent aux grandes associations granite-gneiss et Granite-Roches vertes (GG – Granite-Greenstone).

Au nord-est de la RDC affleurent les GG qui ont été reconnus en tant qu'unités volcano-sédimentaires mafiques et ultramafiques métamorphisées, flottant dans des granitoïdes et des orthogneiss. Ces unités sont porteuses des minéralisations d'or et de fer (BIF) retrouvées dans les Supergroupes de la Kibali et de la Gangu (Lavreau et Deblond, 2000).

Les unités géologiques définies en tant qu'ensembles du Paléoprotérozoïque en RDC sont : les complexes gabbronoritique de la Lueta, volcano-plutonique des Marungu, migmatitique de Kimeza et de l'Ubangi ainsi que le Supergroupe de la Lusanza et de la Ruzizi. Ce dernier serait le prolongement nord-ouest de l'Ubendien affleurant en Tanzanie suite à l'orientation NO-SE des formations observées par imagerie satellitaire des deux côtés du Lac Tanganyika.

Le Mésoprotérozoïque est représenté en RDC par le Groupe de Mutata et les Supergroupes (SG) de Liki-bembe, des Kibara et du Kivu. Les deux derniers SG sont caractérisés par la présence de nombreux métaux rares dont les minéralisations à Sn-(Nb-Ta), Li, Be et Sn-W qui sont encaissées respectivement dans des pegmatites et des veines de quartz, liées à la génération de granites à étain mis en place à 986 ± 10 Ma. Il s'agit pour la plupart de leucogranites post-orogéniques, non déformés

(pas foliés) qui se issue de la fusion partielle de la croûte plus ancienne (Tack et al., 2010). La séquence paragénétique de la minéralisation à cassitérite de type filonien se présente de la manière suivante : en plus du quartz et d'autres sulfures primaires, s'observent cassitérite-scheelite-rutile-topaze-muscovite-ferberite/wolframite. Les principaux minéraux observés dans les pegmatites minéralisées sont : feldspath potassique, muscovite, séricite, quartz, albite, columbo-tantalite, cassitérite, spodumène, apatite, béryl et un peu de pyrite (Stijn Dewaele, 2013).

Les ensembles définis en tant qu'unités d'âge Néoprotérozoïque de la RDC sont les SG de l'Ouest-Congo, de la Lindi, de la Mbuji-Mayi, de l'Itombwe et du Katanga dont la région type est la chaîne Lufilienne ou l'arc Lufilien. Ce dernier est une chaîne d'âge Néoprotérozoïque (panafricaine) résultant de la collision entre les cratons du Congo et du Kalahari. Il est aussi nommé arc cuprifère « Copper belt » étant donné ses importantes minéralisations à Cu-Co, Zn, Pb, Cd, Ag, Ge, Ga, U, Au, etc. Les minéralisations à Cu-Co-U sont contenues dans les sédiments stratiformes et dans les mégabrèches du Sous-groupe des Mines. Celles à Cu-(Pb-Zn) sont contenues dans les brèches d'effondrement et les carbonates de plateforme marine peu profonde du Groupe de Nguba (formations de Kaponda, Kakontwe et Kiushi). Ces corps minéralisés contiennent également des quantités variables en Cd, Co, Ge, Ag, Re, As, Mo, Ga et V (Kampunzu et al., 2009).

En plus des alluvions et sédiments récents, le Phanérozoïque en RDC est représenté par les unités suivantes :

- SG du Karoo (riche en bassins houillers) et les groupes de l'Inkisi, de Banalia et des Biano d'âge Paléozoïque ;
- SG de la Sankuru, de la Lukula et le Groupe de Kisangani (riche en schistes bitumineux) d'âge Mésozoïque ;
- Groupe du Rift, de Quelo et les SG du Kalahari, de la Cuvette Centrale (riche en diamants alluvionnaires) d'âge Cénozoïque. Des modèles gravimétriques et magnétiques bidimensionnels exécutés le long de profils sismiques-clés suggèrent la présence de séquences d'évaporites dans certaines des unités les plus profondes de la succession stratigraphique de la Cuvette Centrale (Kadima et al., 2011).

23.3. LA MINE ARTISANALE EN REPUBLIQUE DEMOCRATIQUE DU CONGO

L'Article 1 du Code minier congolais définit l'exploitation artisanale comme étant toute activité par laquelle un exploitant artisanal, se livre, dans une zone d'exploitation artisanale à l'extraction et à la concentration de substances minérales en utilisant des outils, des méthodes et des procédés non industriels conformément aux dispositions du présent Code minier. En effet, le secteur minier artisanal de la RDC est donc, non seulement un moyen de subsistance essentiel pour la population, mais également une source potentielle des revenus pour l'État congolais.

La mine artisanale en RDC occupe aujourd'hui une place importante dans l'économie, et apporte une contribution prépondérante à la survie de près de 18 % de la population. Elle mobilise plus de deux millions de personnes en termes de main-d'œuvre (Christian Bahati, 2017). Cette ruée vers l'exploitation minière artisanale se justifie notamment par le chômage généralisé ainsi que l'enrichissement rapide que procure l'exploitation minière par rapport aux autres activités paysannes (Sara Geenen, 2016).

23.3.1. Quelles substances exploitées en mine artisanale en République Démocratique du Congo ?

Qualifiée de scandale géologique par Jules Cornet et de grenier en ressources minérales par Dona Kampata, le sous-sol de la RDC regorge de nombreuses substances minérales. Cependant, il y a lieu de noter que toutes ces substances n'ont pas des chaînes d'approvisionnement pouvant entraîner leur exploitation artisanale de manière rentable. Parmi les substances minérales couramment exploitées en mine artisanale en RDC, figurent par ordre décroissant du nombre de sites d'extraction : or, étain, diamant, tantale, tungstène, cuivre, cobalt et diverses pierres de couleur dont le béryl, la tourmaline, l'améthyste, etc.

23.3.2. Cadre législatif du secteur minier artisanal en République Démocratique du Congo

Comme pour l'ensemble du secteur minier congolais, le secteur artisanal est régi par la Loi n°007/2002 du 11 juillet 2002 portant Code minier telle que modifiée et complétée par la Loi n°18/001 du 9 mars 2018 ainsi que ses mesures d'applications contenues dans le Décret n°038/2003 du 26 mars 2003, portant Règlement minier tel que modifié et complété par le Décret n°18/024 du 8 juin 2018.

Depuis 2002, le Gouvernement congolais a soutenu des initiatives internationales, régionales et nationales qui visent à la bonne gouvernance minière en vue de réduire la vulnérabilité du secteur informel vis-à-vis d'acteurs illicites, de minimiser les effets potentiellement néfastes sur la santé et l'environnement fréquemment engendrés par l'exploitation artisanale, et d'instaurer une transparence accrue.

Au niveau international, il s'agit de l'adhésion de la RDC à l'Initiative pour la Transparence dans les Industries Extractives (ITIE) en juin 2004, de son inscription au Processus de Kimberley pour la certification des diamants bruts en 2003, et de sa ratification du Traité relatif à l'Harmonisation du Droit des Affaires en Afrique (OHADA) en 2012.

Au niveau régional, il s'agit de la signature de l'Arrêté ministériel n°057/CAB.MIN/MINES/01/2012 du 29 février 2012 portant mise en œuvre du Mécanisme Régional de Certification (MRC) de la Conférence Internationale sur la Région des Grands Lacs (CIRGL) en RDC. Le MRC de la CIRGL, dont la RDC est membre, est l'un des outils de

l'Initiative Régionale contre l'Exploitation Illégale des Ressources Naturelles (IRRN). Il tire son origine de la signature en 2006 par la RDC du Pacte sur la sécurité, la stabilité et le développement dans la Région des Grands Lacs dont un des 10 protocoles juridiquement contraignant, parle de la lutte contre l'exploitation illégale des ressources naturelles.

Au niveau national, il s'agit de la signature des principaux arrêtés :

- Série d'arrêtés ministériels n°214 au n°218/CAB.MINES-HYDRO/01/2003 du 19 juin 2003 portant règlementation de l'exploitation et de la commercialisation de l'or, de la colombo-tantalite, du cuivre, de l'hétérogénite et de la cassitérite de production artisanale ;
- Arrêté ministériel n°0139/CAB.MIN/MINES/01/2011 du 14 avril 2011 portant règlementation de l'exploitation et de la commercialisation des pierres de couleur de production artisanale ;
- Arrêtés interministériels n°0149/CAB.MIN/MINES/01/2014 et n°116/CAB/MIN/FINANCES/2014 du 5 juillet 2014 portant Manuel des procédures de traçabilité des produits miniers, de l'extraction à l'exportation ;
- Arrêté ministériel n°0139/CAB.MIN/MINES/01/2020 du 20 avril 2020 portant Manuel de certification CTC (Certified Trading Chains) des minerais des filières aurifère, cupro-cobaltifère, stannifère et des pierres de couleur en RDC ;
- Arrêté ministériel n°00677/CAB.MIN/MINES/ANSK/01/2021 du 12 novembre 2021 fixant les procédures de détermination des statuts des sites miniers des filières aurifère, stannifère, cupro-cobaltifère et des pierres de couleur en RDC.

23.3.3. Degré d'organisation des artisans-mineurs

La législation minière en vigueur en RDC consacre et définit une Coopérative minière agréée comme la forme juridique que doit revêtir le groupement d'exploitants artisanaux. Il s'agit d'une société coopérative régie par l'Acte Uniforme OHADA du 15 décembre 2010, relatif au droit des sociétés coopératives regroupant les exploitants artisanaux, agréée par le ministre, et s'adonnant à l'exploitation artisanale des substances minérales ou des produits de carrières à l'intérieur d'une zone d'exploitation artisanale (ZEA).

À ce jour, l'organisation des exploitants miniers artisanaux en RDC est en général aux degrés de Ligue start up et Embryon selon si leurs activités se déroulent respectivement, de manière formelle dans les Zones d'exploitation artisanale légalement instituées, et informelle dans les zones interdites à l'exploitation artisanale (périmètres concédés ou aires protégées) (Figure 23.2). Toutefois, si l'exploitation informelle s'exerce en l'absence d'accès légal aux zones minières ou aux minerais, elle n'est pas nécessairement synonyme d'activité illicite/criminelle, bien que ses exploitant(e)s soient plus vulnérables devant des acteurs illicites (ex. élites politiques et économiques, groupes armés, etc.). D'ailleurs, ces derniers tirent profit de leur travail en préfinançant leurs activités en lieu et place des institutions financières.

Le secteur minier artisanal congolais présente aux yeux de ces dernières un risque élevé car la plupart des gisements exploités artisanalement n'ont pas de réserves certifiées. Or, la logique financière tient compte du coût d'opportunité de tout projet minier. Ce coût est défini comme étant le revenu que rapporterait un montant égal à la valeur présente des réserves exploitables d'un gisement placé à un taux d'intérêt donné de la banque (Lane, 1988 ; cité par Bedjad et Sadek, 2015).

Le Service d'Assistance et d'Encadrement de l'Exploitation Minière Artisanale et à Petite Echelle (SAEMAPE), dont les missions sont définies à l'Article 14 quinquies du Règlement minier, est chargé entre autres d'encourager et de s'assurer du regroupement des exploitants artisanaux de substances minérales ou de produits de carrières en coopérative minière.

FIGURE 23.2 | ÉVALUATION DU DEGRÉ D'ORGANISATION DES ARTISANS-MINIERS EN COOPÉRATIVES.

Degré d'organisation	Embryon	Ligue start up
Système administratif	Assez bien	Bien
Système comptable et gestion financière	Pas du tout clair	En phase élémentaire
Gestion des ressources humaines et matérielles	Ressources sont mal connues	Reconnaissance des ressources humaines et financières
Gouvernance interne et relations publiques	Pas rassurant	Amélioration ; Faible rendement des services aux membres
Phase de classification managériale	Non applicable	Phase Cueilleur
Syndicat	Pas du tout installé	Installé sous forme d'un groupe de défenses des intérêts des creuseurs
Hiérarchie	Administrateur du Foyer Minier (AFM) ? Chef de puits appelé PDG ? Exploitants	Gestionnaires des coopératives (AFM) ? Chef de puits appelé PDG ? Exploitants

23.3.4. Rôle du Service Géologique National du Congo pour accompagner le secteur minier artisanal

Les problématiques de traçabilité au niveau régional et d'accès par les coopératives aux sites miniers rentables (ZEA viables) et prêts financiers des banques, constituent des défis majeurs liés à la formalisation du secteur minier artisanal en RDC.

D'après l'ONG Impact, le processus de formalisation de l'exploitation minière artisanale peut se traduire par l'instauration de cadres juridiques et réglementaires, l'octroi de permis d'accès aux minerais, la mise à disposition de données géologiques, la création d'organismes flexibles et dynamiques composés d'exploitantes et d'exploitants et un accès facilité aux ressources financières, au matériel et à

l'assistance technique (Impact, 2018). Pour accompagner ce processus et relever les défis ci-haut identifiés, le SGN-C, en sa qualité d'organisme spécialisé de recherches peut procéder à tout moment aux travaux de prospection et de recherches dans les zones d'exploitation artisanale, comme stipulé à l'Article 109 du Code minier. Il se livre à des activités d'investigation sur les zones de recherches géologiques (ZRG) afin d'améliorer la connaissance géologique desdites zones, comme stipulé à l'Article 563 du Règlement minier. Aux termes de l'Article 14 septies du Règlement minier, il est en outre chargé de :

- Procéder à l'étude et à l'élaboration des avis techniques lors de l'ouverture et de la fermeture d'une zone d'exploitation artisanale. C'est sur la base des données pertinentes sur la minéralisation et la gîtologie d'une zone d'intérêt identifiée par le SGN-C, qu'une zone d'exploitation artisanale peut être instituée ;
- Élaborer les normes relatives à la classification et à l'estimation des ressources minérales et des réserves minières selon diverses catégories ;
- Conserver le patrimoine des connaissances géologiques nationales.

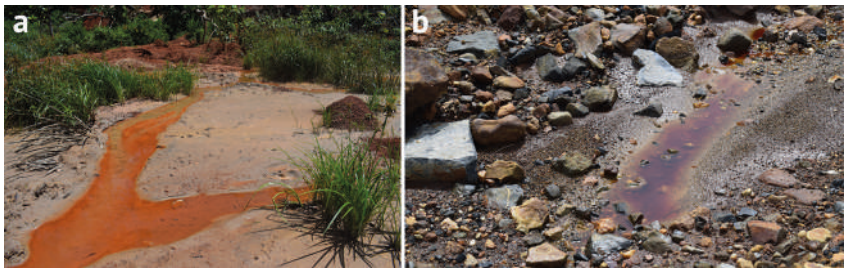
23.4. ENJEUX ENVIRONNEMENTAUX ET SANITAIRES LIES A LA MINE ARTISANALE

Le caractère informel de l'exploitation minière artisanale ne contribue pas à une bonne gestion des impacts environnementaux, des risques d'accidents et de maladies dans et autour des sites miniers par les parties prenantes (exploitants, population riveraine et services étatiques). Cette gestion est d'autant plus décriée lorsque l'exploitation minière se déroule dans des zones interdites (aires protégées et/ou périmètres concédés) où l'encadrement du SAEMAPE n'existe pas ou est limité.

23.4.1. Impact sur l'eau

Le drainage minier acide (DMA) est le plus courant des cas d'impact de l'exploitation minière artisanale sur l'eau, observé sur les sites miniers aurifères en RDC (Figure 23.3). Les eaux contaminées par le drainage minier sont souvent évacuées par des effluents miniers et déversées dans les cours d'eau avoisinants.

FIGURE 23.3 | DRAINAGE MINIER ACIDE (A) SUR LE SITE MINIER OCÉAN (GLOIRE GANZA, 2021), (C) SUR UN SITE MINIER À LUWINDJA (GLOIRE GANZA, 2022).



En dehors du drainage minier, plusieurs effluents miniers mal gérés et chargés de contaminants non solubles, notamment des particules solides en suspension dans l'eau ont été observés sur des sites miniers visités en RDC. Dans l'eau, ces particules entraînent une turbidité (coloration jaunâtre à rougeâtre et manque de transparence) accrue ou des effets d'ensablement par sédimentation (Figure 23.4).

FIGURE 23.4 | EFFET D'ENSABLEMENT DANS LA RIVIÈRE GANGU SUITE À UNE EXPLOITATION MINIÈRE ARTISANALE.



Des cas d'exploitation en lit vif dans les cours d'eau ont été observés sur plusieurs sites miniers en RDC. Les artisans font la déviation des cours d'eau en utilisant des troncs d'arbres, des sacs remplis de sable et des blocs de pierre pour exploiter facilement les sables et graviers au fond des lits. Sur d'autres, la déviation des cours d'eau entraîne la perturbation de leur dynamique externe et l'installation de galeries forestières précaires avec d'importants changements des conditions écologiques. Au regard des conditions écologiques non favorables à la survie des espèces végétales, ces dernières sont parfois victimes de dépérissement (Figure 23.5). Cela peut même induire la régression sensible de la population des espèces végétales des zones ripicoles. Ce bouleversement écologique pourrait également avoir un impact indirect sur les taxons fragiles comme les amphibiens.

FIGURE 23.5 | GALERIE FORESTIÈRE MONTRANT UN DÉPÉRISSEMENT DES ESPÈCES VÉGÉTALES SUITE À L'EXPLOITATION ARTISANALE DU LIT DE LA KUNDILI.



23.4.2. Impact sur la déforestation

La déforestation désigne l'affectation de la terre forestière à une utilisation différente (Kanninen et al., 2007 ; Tchatchou et al., 2015). Dans et autour des sites miniers en RDC, les cas de déforestation, de dégradation des forêts et de fragmentation du paysage sont rapportés. Ils résultent de l'installation de campements, du débroussaillage des chantiers et de l'abattage des arbres pour divers usages (planches pour la construction des abris ou des sluices, séchage des minerais, etc.) (Figure 23.6). Ces phénomènes entraînent la diminution des services écosystémiques, la migration et la raréfaction de la faune sauvage. Hormis la destruction de l'habitat de la faune sauvage par la déforestation et la fragmentation du paysage, ces impacts résultent de diverses nuisances sonores générées par les activités minières ainsi que la pratique de chasse des gibiers ou du braconnage.

FIGURE 23.6 | OPÉRATION DE SÉCHAGE DES MINERAIS TOUT-VENANT AVEC LES BOIS SUR LE SITE DE MATALI (GLOIRE GANZA, 2021).



23.4.3. Impact sur le paysage

Les impacts de l'exploitation minière artisanale sur le paysage des sites miniers visités en RDC correspondent en grande partie aux trous d'excavation entraînant des mouvements de terrain divers et à la diminution accrue des espaces cultivables ou de reconstitution des écosystèmes forestiers (Figure 23.7). Les types de mouvements de terrain observés sur les sites miniers sont des éboulements et effondrements. Si les éboulements se produisent pour la plupart, au niveau des puits et fosses d'extraction, les effondrements quant à eux se produisent dans les ouvrages souterrains, notamment les galeries et tunnels. La majorité des cas de décès et d'accident sur les sites miniers sont dus à ces types de mouvements de terrain. La diminution accrue des espaces cultivables résulte des dépôts successifs et permanents des rejets de découverture sur le sol arable causés par le non-remblayage des puits, fosses, galeries et tunnels.

FIGURE 23.7 | PUITS NON REMBLAYÉS DANS UN PAYSAGE TRANSFORMÉ DANS UN SITE MINIER À KISENGE (ERICK MANTUILA, 2022).



23.4.4. Impact sur la santé

Les maladies et accidents professionnels sont les principaux impacts directs de l'exploitation minière artisanale sur la santé humaine. Les risques des maladies et accidents sont élevés suite au manque d'utilisation par les exploitants artisanaux des équipements de protection individuelle (Figure 23.8). Les maladies professionnelles identifiées résultent souvent de l'intoxication par les produits chimiques (ex. cyanure pour le traitement des minerais d'or), l'inhalation des vapeurs de mercure et d'autres poussières lors des opérations de traitement des minerais.

Pour le cas du mercure, auquel les exploitants recourent pour séparer l'or de la gangue, une cartographie participative effectuée à Kamituga a révélé que le trai-

tement de l'or au mercure n'a pas lieu dans les mines, mais plutôt aux domiciles des usagers. Cette situation conduit à la pollution de trois rivières dont les bassins chevauchant les zones d'utilisation du mercure (Nkuba et al., 2017). Or, le mercure, et plus particulièrement le méthylmercure, est l'un des poisons les plus dangereux qui existe. Il est extrêmement toxique, affectant le système nerveux central (perte de sensation aux extrémités des mains, des pieds et des zones autour de la bouche, perte de la coordination de la marche, difficulté de locution, diminution de la vision et perte de l'ouïe) ainsi que le développement fœtal lors d'une grossesse. En cas d'intoxication sévère, il conduit à la perte totale de la vision, au coma et à la mort (Bakir et al., 1978).

FIGURE 23.8 | EXPLOITANTS ARTISANAUX TRAVAILLANT SANS ÉQUIPEMENTS DE PROTECTION INDIVIDUELLE (MWANZA DANIEL, KISENGE, 2022)



23.5. ENJEUX SOCIO-ECONOMIQUES LIES A LA MINE ARTISANALE

23.5.1. Rôle des femmes

Le Code minier congolais ne prévoit pas de dispositions spécifiques par rapport à la présence des femmes sur une exploitation artisanale, à l'exception de l'Article 5 qui interdit les femmes enceintes à se livrer à l'exploitation artisanale de substances minérales. À cause des facteurs culturels externes aux coopératives minières (superstitions locales), les rôles des femmes sont néanmoins des opérations et/ou des tâches moins rémunératrices et parfois connexes à l'exploitation minière : concas-

sage et broyage des minerais, lavage et tamisage des graviers minéralisés, transport des minerais, petit commerce, restauration, etc.

Dans un rapport d'étude mené sur les sites aurifères dans les provinces de la Tshopo et du Sud-Kivu, et publié par le Partenariat Afrique Canada (PAC) en 2014, il a été constaté une persistance des pesanteurs socioculturelles liées au statut de subordination des femmes par rapport aux hommes. Ceci freine et dévalorise la participation féminine aux activités liées à l'exploitation artisanale de l'or, limitant par conséquent leur autonomisation économique. Les femmes qui travaillent directement ou indirectement dans les mines n'ont pas le contrôle sur leurs revenus (Gisèle Eva, 2014).

Pour améliorer leurs conditions, certaines femmes se sont regroupées en coopératives minières et d'autres travaillent pour le compte des exploitants artisanaux. Les deux catégories sont confrontées à des défis dans l'exercice de leur métier des femmes de l'artisanat minier.

Un rapport publié par Southern Africa Resource Watch en 2021, présente quelques défis auxquels font face les femmes travaillant sur les sites miniers du Lualaba (Bokondu et Cihunda, 2021) :

- Préjugés sur les femmes faites par certains hommes dans le secteur minier qui sont fondés sur les us et coutumes (traditions). Par exemple, il est interdit aux femmes d'accéder aux puits au motif qu'elles vont occasionner la perte du filon. Cette interdiction fait perdre aux femmes le contrôle d'un maillon important dans la chaîne des transactions minières ;
- Violences morales (injures, calomnies, menaces et discriminations) et physiques (attouchements ou harcèlement sexuel, coups), des maladies découlant de la manipulation des substances minérales ;
- Insolvabilité des clients (hommes) pour celles qui évoluent dans la petite restauration.

23.5.2. Rôle des agriculteurs, éleveurs et artisans-mineurs locaux

Dans et autour des sites miniers artisanaux, les interactions entre agriculteurs, éleveurs et artisans mineurs sont de trois ordres.

Premièrement, les exploitants artisanaux s'approvisionnent en produits alimentaires (farine de manioc, de maïs, divers légumes, viandes de bétails et de volailles, etc.) auprès des agriculteurs et éleveurs locaux. Cette relation est à encourager car elle s'inscrit dans la politique de préférence locale que les coopératives doivent appliquer pour soutenir le développement des communautés riveraines de leurs sites d'exploitation.

Deuxièmement, les agriculteurs et éleveurs sont parfois menacés par les activités minières artisanales. Quelques cas de conflits entre agriculteurs et exploitants miniers ont été enregistrés les deux dernières années dans les provinces de l'Ituri et du Sud-Kivu.

Troisièmement, l'agriculture et l'élevage sont considérés comme des activités alternatives à l'exploitation minière artisanale. Le recours à l'agriculture est motivé par le souci d'assurer l'autosuffisance alimentaire sur les sites miniers. Une étude menée dans la province du Sud-Kivu a montré qu'en l'absence d'exploitation minière artisanale, les exploitants miniers de Kalehe seraient attirés par l'agriculture (Mukotanyi, 2018).

23.6. REFERENCES

Bahati C., 2017. Hybridation normative et institutionnelle dans les coopératives minières. Entre pluralisme juridique et ineffectivité du droit coopératif congolais. Canadian Journal of Law and Society / Revue Canadienne Droit et Société, 2017, 1-20. doi:10.1017/cls.2016.40.

Bakir F., Damluji S., Amin-Zaki L., Murtadha M., Khalidi A., Al-Rawi N., Tikriti S., Dhahir H., 1978. Methylmercury poisoning in Iraq. Science, New Series 181, 230-241.

Bedjad B., Sadek B., 2015. Définition et calcul de la teneur de coupure de la mine d'or d'Amesmessa Tamanrasset. Mém. Master, UAMB (inédit).

Bokondu G., Cihunda J., 2021. La présence, le rôle et la responsabilité de la femme dans l'industrie minière en RDC. Rapport de SARW.

Dewaele S., Goethals H., Thys T., 2013. Mineralogical characterization of cassiterite concentrates from quartz vein and pegmatite mineralization of Karagwe-Ankole Belts, Central Africa. Geologica Belgica 16/1-2, 66-75.

Eva G. 2014. Les femmes dans le secteur minier artisanal de l'or en République Démocratique du Congo. Rapport PAC, ISBN 978-1-897320-31-0.

Geenen S. 2015. African artisanal mining from the inside out. Access, norms and power in Congo's 674 gold sector, Routledge, Abingdon.

IMPACT, 2018. Pratiques exemplaires : la formalisation et le devoir de diligence dans le secteur minier artisanal et à petite échelle.

Institut National Statistique (INS), 2021. Annuaire statistique RDC 2020. Inédit.

Iragi M., 2018. L'agriculture est-elle une alternative à la mine artisanale ? : Contraintes au développement de l'agriculture dans le territoire de Kalehe. Inédit.

Kadima E., Delvaux D., Sebagenzi S.N., Tack L., Kabeya S.M., 2011. Structure and geological history of the Congo Basin: an integrated interpretation of gravity, magnetic and reflection seismic data. Basin Research 23(5), 499-527.

Kampunzu A.B., Cailteux J.L.H., Kamona A.F., Intiomale M.M., Melcher F., 2009. Sediment hosted Zn-Pb-Cu deposits in the Central African Copperbelt. Ore Geology Reviews 35(3-4), 263-297.

Kanninen M., Murdiyarso D., Seymour F., Angelsen A., Wunder S., German L., 2007. Do Trees Grow on Money? The Implications of Deforestation Research for Policies to Promote REDD, Bogor, Indonesia. CIFOR, 61 p., Forest Perspectives 4.

Lavreau J., Deblond A., 2000. Geological and chronological setting of the greenstone belts of the northern Congo Craton. Journal of African Earth Sciences 30, 53.

Nkuba B., Bervoets L., Geenen S., 2017. Le mercure dans l'exploitation de l'or : responsabilité environnementale et perceptions locales. FPM, 191-213.

Nordstrom D.K., Blowes D.W., Ptacek C.J., 2015. Hydrogeochemistry and microbiology of mine drainage: an update. Applied Geochemistry 57(3-16). doi: 10.1016/j.apgeochem.2015.02.008.

Perks R., 2011. Can I Go? Exiting the Artisanal Mining Sector in the DRC. Journal of International Development 23, 1115-1127.

Tack L., Wingate M., De Waele B., Meert J., Belousova E., Griffin A., Tahon A., Fernandez-Alonso M., 2010. The 1375 Ma "Kibaran event" in Central Africa: prominent emplacement of bimodal magmatism under extensional regime. Precambrian Research 180, 63-84.

Tchatchou B., Sonwa D.J., Ifo S., Tiani A.M., 2015. Déforestation et dégradation des forêts dans le Bassin du Congo: État des lieux, causes actuelles et perspectives. Papier occasionnel 120. Bogor, Indonésie: CIFOR. ISBN 978-602-1504-69-7.



24. Enjeux du secteur minier artisanal au Tchad et rôle de la Direction Générale des Mines

Par Ngarari DJIMADJI et Marambaye DEUDJIMBAYE
Direction Générale des Mines, Ministère des Mines et de la Géologie

24.1. CONTEXTE GEOGRAPHIQUE DU TCHAD

24.1.1. Démographie du Tchad

Le Tchad est un pays enclavé situé au cœur de l'Afrique dépourvu de toute façade maritime, entre 7°N et 24°N, 13°E et 24°E. Sa superficie est de 1 284 000 km^2. Le port le plus proche se trouve au Cameroun (Douala) à 1 500 km de N'Djamena, la capitale tchadienne. Le pays a des frontières communes avec la Lybie, le Soudan, le Niger, le Nigeria, le Cameroun et la République Centrafricaine.

La population est d'environ 17 millions d'habitants (INESSD, 2020).

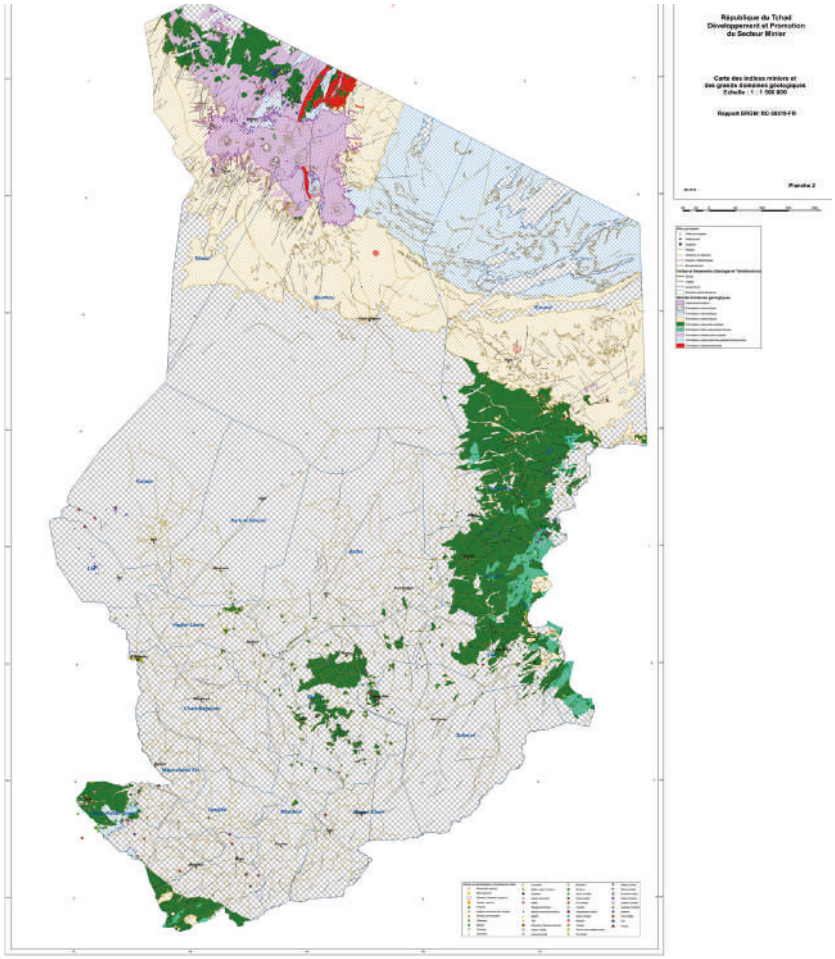
24.1.2. Économie du Tchad

L'économie tchadienne repose sur l'agriculture, l'élevage et les revenus pétroliers. Le secteur minier est peu développé et sa contribution à l'économie nationale est négligeable. Les seules ressources minérales actuellement exploitées de façon artisanale sont l'or, le natron, le sel et les matériaux de construction. En dépit des abondantes ressources, l'exploitation des ressources minérales contribue pour moins de 4 % au Produit Intérieur Brut (PIB) (ITIE, 2018).

24.2. CONTEXTE GEOLOGIQUE DU TCHAD

24.2.1. Carte géologique du Tchad

FIGURE 24.1 | CARTE GÉOLOGIQUE SIMPLIFIÉE DU TCHAD.



24.2.2. Brève description de la géologie du Tchad

Le Tchad se situe au milieu d'un vaste domaine appelé « Zone Mobile Panafricaine » entre le craton Congolais au sud, le craton Ouest-Africain à l'ouest et le craton Nilotique au nord-est.

Les roches cristallophylliennes et les granitoïdes d'âge Précambrien du Tibesti au nord, du Ouaddai à l'est, du massif du Guéra au centre, du Mayo-Kebbi au sud-ouest et de la région de Baïbokoum au sud correspondent au socle. L'ensemble de ces formations est marqué par l'orogenèse panafricaine vers la fin du Protérozoïque (600-650 Ma).

La majeure partie du Tchad est occupée par des roches sédimentaires formant deux bassins principaux : bassin des Erdis au nord et bassin du Lac Tchad (cuvette tchadienne) au centre et au sud du pays. Ce dernier se subdivise en plusieurs bassins de moindre importance (bassins du Kanem, de Doba et de Salamat).

L'orogenèse panafricaine est responsable de la formation du bassin des Erdis qui est une extension du bassin libyen de Koufra. Le remplissage de ce bassin commence au Paléozoïque. C'est un bassin continental dans l'ensemble, excepté une transgression marine ayant pris place au Carbonifère. Les dépôts continentaux se poursuivent pendant le Mésozoïque, notamment matérialisés par les Grès de Nubie (Crétacé). L'épaisseur des sédiments du bassin atteint environ 3 500 m.

24.3. LA MINE ARTISANALE AU TCHAD

L'activité minière est dominée par la mine artisanale qui est une source importante d'emplois pour plusieurs catégories vulnérables de la population, et de revenus pour l'État grâce à la fiscalité et aux redevances d'exploitation.

Le secteur minier artisanal est informel et très mal organisé au Tchad. Toutes les contraintes liées à ce secteur sont d'ordre structurel, technique et sécuritaire.
24.3.1. Quelles substances exploitées en mine artisanale au Tchad ?

Les ressources minérales exploitées artisanalement au Tchad sont l'or, le natron, le sel et les matériaux de construction.

Le natron est exploité traditionnellement depuis fort longtemps, mais pas exclusivement pour une utilisation locale, puisqu'il est utilisé dans toutes les zones d'élevage. Son exploitation a donc induit des circuits commerciaux comprenant des centres de production spécialisés, dans les dépressions interdunaires au nord du Lac Tchad, les natronières du Borkou (Sud Tibesti) et de l'Ennedi (sud du bassin des Erdis)

Le sel est, tout comme le natron et selon le même principe, exploité artisanalement et traditionnellement dans les salines de Borkou.

Les argiles sont utilisées traditionnellement comme matériaux de construction pour la fabrication de briques sur l'ensemble du territoire.

L'exploitation artisanale de l'or au Tchad a débuté en 1939 mais reste peu développée. Toutes les ruées vers l'or ont été des indices inventoriés par le Projet minier du PNUD-DRGM (1987-1995), dans les provinces du Mayo Kébbi Ouest (Gamboké, Massonébaré, Goueigoudoum, Yapala), de Sila (Am Ouchar, Dorhoti), du Tibesti (Misky, Kouri Bougoudi, Ogui, Torkou, etc.), de l'Ennedi Ouest (Ouadi sala) et dans le Batha (Gueria, Tchaga, Mankaché et Galo).

24.3.2. Cadre législatif du secteur minier artisanal au Tchad

Le secteur minier tchadien au global, à l'instar du secteur minier artisanal, est régi par différents textes :

- Loi n°010/PR/2018, du 20 juin 2018, portant ratification de l'Ordonnance n°004/PR/2018 du 21 février 2018, portant Code minier en République du Tchad ;
- Décret n°2087/PR/MPME/2019, fixant les modalités d'application de l'Ordonnance n°004/PR/2018 du 21 février 2018, portant Code minier en République du Tchad ;
- Décret n°2085/PR/MPME/2019 du 11 août 2019, portant adoption de la politique minière du Tchad ;
- Loi n°014/PR/98 du 17 août 1998, définissant les principes généraux de la protection de l'environnement ;
- Décret n°904/PR/PM/MERH/2009 du 6 août 2009, portant réglementation des pollutions et des nuisances à l'environnement.

À ces textes législatifs s'ajoute la Chambre de Commerce, des Mines et de l'Artisanat (CCIAMA).

24.3.3. Degré d'organisation des artisans-mineurs

Il n'existe pas d'organisation efficace du secteur de l'exploitation minière artisanale au Tchad. Les difficultés proviennent en grande partie de l'absence d'un grand nombre d'exploitants légaux et d'un guide pratique d'intégration de la production minière dans l'économie nationale et d'une stratégie nationale claire encadrant ce type de production de ressources minérales.

On note aussi une absence ou faible formation des orpailleurs, qui pour la plupart sont illettrés. Ceci constitue un handicap pour la manipulation des équipements. La faible implication des techniciens professionnels dans les opérations et la limitation des moyens des artisans mineurs les réduisent à utiliser des équipements archaïques et à user de technologies empiriques et artisanales ne permettant pas d'atteindre de bonnes performances.

L'organisation sur les sites est individuelle ou familiale, par regroupement de personnes issus de mêmes villages, d'où la nécessité de les sensibiliser à s'organiser en groupement ou coopérative, afin de bénéficier d'une assistance de l'État et de bailleurs de fonds. Ceci est un atout pour développer ce secteur et si possible créer un cadre d'appui et de promotion de l'artisanat minier.

24.3.4. Rôle du Service Géologique National du Congo pour accompagner le secteur minier artisanal

Au Tchad, le Service des Mines est une entité la Direction Générale des Mines, et a la responsabilité de gérer le secteur minier. Il encadre les activités minières en faisant respecter l'autorité des stratégies de développement de ce secteur. Il agit aussi comme structure d'accueil pour les partenaires privés ou les représentants d'organismes internationaux d'assistance ou nationaux de coopération. Ce service joue le rôle de facilitateur dans l'octroi des autorisations d'orpaillage suivant le Code minier. Le Service des Mines doit alors effectuer une mission de reconnaissance sur le terrain afin de délimiter le site. Cependant, ce service a une action limitée, faute de moyens suffisants pour le suivi des activités. Malheureusement, cela entraîne bien souvent le non-respect des exigences socio-économiques et environnementales.

24.4. ENJEUX ENVIRONNEMENTAUX ET SANITAIRES LIES A LA MINE ARTISANALE

L'exploitation artisanale des mines entraîne un changement qui peut être positif pour les communautés, tout comme il peut être négatif. Les exploitations minières artisanales s'accompagnent également, et malheureusement, de certains impacts sociaux négatifs. La difficile compréhension de la nécessité de protection de la Nature dans un contexte d'extrême pauvreté et la faiblesse des moyens pour contrôler, et faire appliquer les éventuelles mesures environnementales prises par les autorités, contribuent à accentuer les impacts négatifs des exploitations minières sur l'environnement.

Ainsi, les étapes essentielles de l'exploitation minière (extraction, transport, concassage/broyage, lavage/concentration, traitement de minerai) peuvent générer des impacts négatifs sur l'environnement lorsqu'elles ne sont pas encadrées et effectuées selon des bonnes pratiques.

24.4.1. Impact sur l'eau

Les impacts de l'exploitation minière artisanale ne se limitent pas seulement à la surface exploitée mais touchent également les cours d'eau, la faune, la flore et les populations locales.

C'est le cas des rejets de déchets liés à l'activité d'orpaillage. Le traitement des minerais aurifères avec des produits chimiques (ex. mercure et cyanure), utilisés pour amalgamer l'or et/ou lessiver les minerais, et qui lorsqu'ils sont mal gérés,

constituent des polluants dangereux. Ces polluants s'accumulent dans le milieu naturel, se retrouvent dissous dans les cours d'eau, les lacs ou les retenues d'eau et se concentrent tout au long de la chaîne alimentaire. Des concentrations particulièrement importantes peuvent alors être mesurées dans le métabolisme des êtres vivants. La contamination au mercure peut perdurer des siècles et s'étendre sur plusieurs centaines de kilomètres en aval des sites d'orpaillage si rien n'est fait.

FIGURE 24.2 | DISPOSITIFS D'EXTRACTION D'OR À L'AIDE DE CYANURE.



Les piles des torches utilisées pour l'éclairage des puits et des galeries contiennent du plomb, du zinc, du lithium, du carbone, etc. Abandonnées dans les puits, elles deviennent une source de pollution directe des nappes phréatiques.

24.4.2. Impact sur la déforestation

Les opérations artisanales, surtout dans le cas de fortes concentrations de travailleurs sur le même site, s'accompagnent, assez souvent, d'une coupe abusive de bois pour faire face aux besoins de la mine, des habitations et du chauffage. La déforestation alors occasionnée perdure longtemps après l'exploitation.

FIGURE 24.3 | ARBRE DÉRACINÉ PAR LES ACTIVITÉS D'ORPAILLAGE.



24.4.3. Impact sur le paysage

Les travaux d'exploitation artisanale entraînent la dégradation des terres arables par le retournement des sols et l'entassement de déblais. Ces terres sont alors rendues impropres à l'agriculture, d'autant qu'il n'y existe pas en général de plan de restauration des zones exploitées. Les sols laissés à l'air libre, sont soumis à l'érosion intensive qui conduit au ravinement et à une destruction totale du couvert végétal. Ce déséquilibre provoque, en plus, un excès de sédimentation dans les vallées fluviatiles, induisant une augmentation de la turbidité des eaux et leur asphyxie plus ou moins forte. Ces processus sont quasiment irréversibles et peuvent devenir catastrophiques à l'échelle de quelques générations. Par ailleurs, les déchets de l'extraction se répandent également par le biais du vent et de l'érosion, réduisant ainsi la fertilité des terres agricoles avoisinantes. En effet, les sols sont décapés sur plusieurs mètres de profondeur. Les zones exploitées ne sont pas réhabilitées, déséquilibrant les écosystèmes, modifiant le lit des cours d'eau, etc.

FIGURE 24.4 | CHAMP DÉVASTÉ PAR LES ORPAILLEURS.



24.4.4. Impact sur la santé

De nombreuses maladies pathologiques issues de la pollution environnementale et des maladies cardio-vasculaires, respiratoires et VIH sont signalées sur tous les sites d'orpaillage. Même les riverains ou les habitants qui participent aux activités connexes (restauration, différents commerces) ne sont pas épargnés. Sur les sites d'orpaillage, où l'accès à l'eau potable est crucial, les populations sont contraintes à consommer de l'eau souillée pouvant engendrer des maladies. À travers le mode de vie et les activités sur le site (lavage du minerai et alimentation en eau potable), l'eau des puits peut se retrouver infectée par des organismes microbiologiques, des composés physicochimiques comme les métaux lourds dont l'accumulation à long terme dans l'organisme peut entraîner des cancers.

En plus du risque sanitaire lié à la consommation d'eau souillée, la stagnation des eaux de traitement constitue également des nids de larves de moustiques, vecteurs de pathologies comme le paludisme et la fièvre jaune.

24.5. ENJEUX SOCIO-ECONOMIQUES LIES A LA MINE ARTISANALE

24.5.1. Rôle des femmes

Sur les sites miniers d'exploitation artisanale, la présence des femmes est notée. Elles participent toutes aux différentes phases du traitement de l'or sans aucune mesure de protection. Pour les sites alluvionnaires, ce sont elles qui procèdent au lavage pour récupérer l'or. Certaines s'adonnent aux activités connexes telles que la restauration, la vente de boissons alcoolisées, etc. Certaines, hélas, attirées par

l'argent facile ou contraintes, ont abandonné leur foyer pour s'adonner à la prostitution.

FIGURE 24.5 | FEMMES EN PLEINE ACTIVITÉ D'ORPAILLAGE.



24.5.2. Rôle des agriculteurs, éleveurs et artisans-mineurs locaux
L'orpaillage sur certains sites est surtout pratiqué par les populations rurales notamment les agriculteurs et les éleveurs. Certains délaissent l'agriculture pour s'adonner uniquement à l'orpaillage croyant que ce dernier est plus rentable. Les champs sont transformés en sites d'orpaillage. Cette situation peut conduire à une famine suite à la dégradation et à l'érosion des terres agricoles.

24.6. REFERENCES

Guide des investisseurs miniers et Code Minier du Tchad de 1995.

Journée Internationale de la Promotion Minière au Tchad (JIPROMIT) 1995.

Géologie, ressources minérales et ressources en eau du Tchad, Imrich Kusnir 1995.

Institut National de la Statistique, des Études Économiques et Démographiques (INESSD), 2020.

Rapport sous-comité immigration, orpaillage et mercenariat, 2021.

Rapport ITIE 2018.



25. Enjeux du secteur minier artisanal en Tunisie et rôle de l'Office National des Mines

Par Anis BARHOUMI et Abdelkader SOUMAYA
Office National des Mines

25.1. CONTEXTE GEOGRAPHIQUE DE LA TUNISIE

25.1.1. Démographie de la Tunisie

La République tunisienne fait partie des pays d'Afrique du Nord. La Tunisie est située sur la côte méditerranéenne et en bordure du désert du Sahara. Couvrant une superficie de 163 610 km^2, le pays est limité à l'ouest par l'Algérie (965 km de frontière commune), au sud-est par la Libye (459 km de frontière commune) et au nord et à l'est par la mer Méditerranée (1 148 km de côtes).

La Tunisie a pour capitale politique et administrative la ville de Tunis, principal centre économique où se trouvent la quasi-totalité des institutions.

En 2022, la population de la Tunisie augmentera de 134 890 personnes pour atteindre à la fin de l'année 12 157 206 habitants. La croissance naturelle de la population sera positive et s'élèvera à +142 104 personnes. Le nombre de naissances annuel est d'environ 221 090 enfants alors que le nombre de décès est de 78 987. En 2022, le solde migratoire devrait conduire à une diminution de la population (-7 213 habitants), le nombre d'émigrants étant plus élevé que celui d'immigrants.

25.1.2. Économie de la Tunisie

L'économie de la Tunisie repose essentiellement sur l'agriculture, le tourisme, l'industrie et l'activité minière (essentiellement les phosphates). Le secteur des mines constitue une composante non négligeable pour le développement socio-économique du pays.

L'activité minière en Tunisie est connue depuis l'époque romaine. Les différents minerais exploités sont les phosphates, le sel, le fer, le gypse, la fluorine, la barytine, le plomb et le zinc. Le secteur minier est ainsi l'un des piliers de l'économie de la Tunisie. L'extraction des phosphates était classée, avant la Révolution, cinquième mondiale. La Tunisie est réputée à l'échelle internationale dans le domaine du phosphate naturel et des engrais phosphatés. Cette activité est plus que centenaire. Pour la Tunisie, les phosphates représentent une source de devises importante.

Le regain d'intérêt pour les métaux de base, qui voient leurs cours révisés à la hausse, a relancé l'exploration au niveau de la Tunisie comme en témoignent les nombreux permis de recherche de 3e groupe attribués ces dernières années (Ma-

ghreb Minerals–Royaume-Uni, BHP-Australie, MMAJ-Japon, Albidon Limited–Australie, etc.). L'octroi de ces permis de recherche est une preuve supplémentaire quant à l'importance et la richesse du sous-sol tunisien où les potentialités minérales liées aux diapirs de sel du Trias sont largement prouvées.

25.2. CONTEXTE GEOLOGIQUE DE LA TUNISIE

L'évolution géologique et structurale de la Tunisie est étroitement liée à celle de l'orogène alpin de la Méditerranée occidentale (Durand Delga, 1980).

La Tunisie, qui occupe la partie orientale de cet orogène (Figure 25.1), est située au nord d'une grande plateforme (la plateforme saharienne) développée sur la bordure septentrionale du craton africain stable (non déformé au cours du cycle alpin). La zonation structurale de la Tunisie reflète donc, une position de transition entre un domaine alpin au nord, caractérisé par une tectonique active, et un domaine africain au sud, caractérisé par un bâti stable (Durand Delga, 1980).

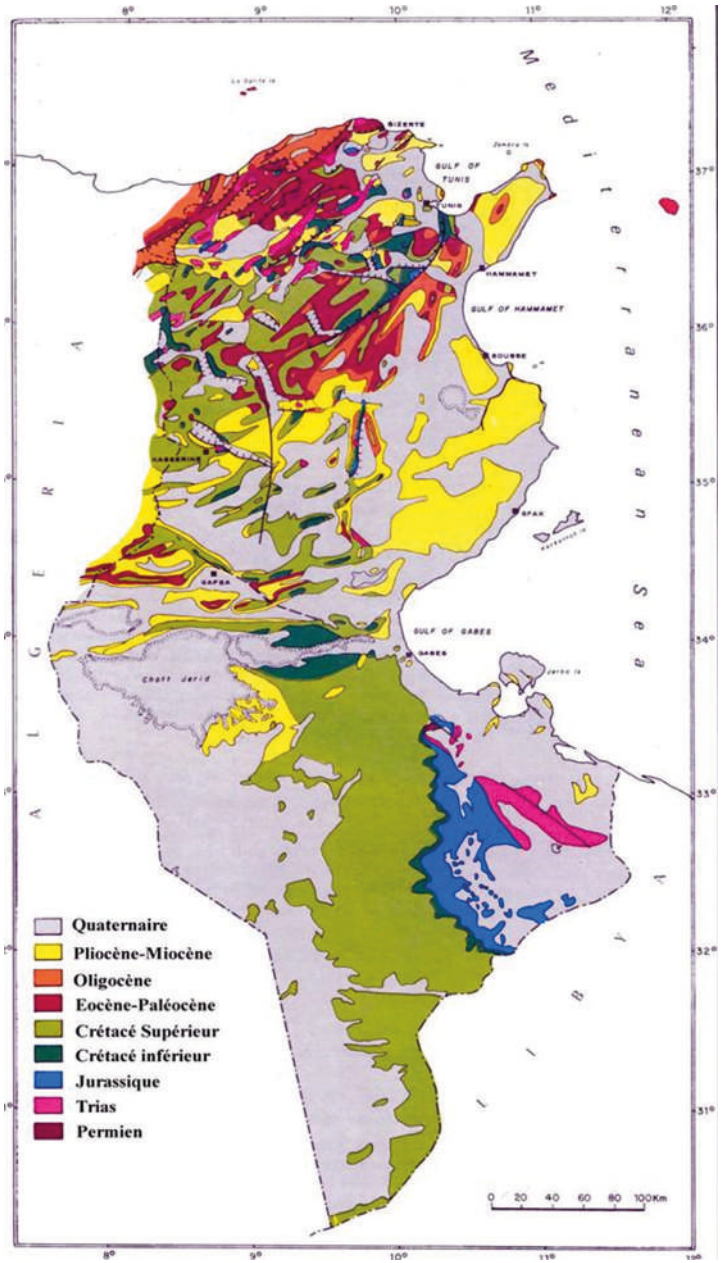
FIGURE 25.1 | LES CHAÎNES ALPINES DU POURTOUR DE LA MÉDITERRANÉE OCCIDENTALE (DURAND DELGA, 1980).



25.2.1. Carte géologique de la Tunisie

À l'exception des affleurements de roches magmatiques de l'extrême nord tunisien, la Tunisie est un pays exclusivement sédimentaire (Figure 25.2). L'âge des séries s'étale du Trias au Quaternaire, en dehors de la série marine du Permien supérieur qui affleure au Jebel Tebaga dans la région de Médenine (sud du pays).

FIGURE 25.2 | CARTE GÉOLOGIQUE SIMPLIFIÉE DE LA TUNISIE (ONM, 1985).



25.2.2. Brève description de la géologie de la Tunisie

La Tunisie appartient à la zone de transition entre la chaîne alpine de l'Europe et la marge nord du craton africain. Elle est située sur la bordure sud du bassin de la Méditerranée occidentale et à l'extrémité septentrionale du continent africain. Elle est formée par les structures géologiques alpines fortement plissées, vers le nord, et les structures tabulaires relativement stables de la plateforme saharienne, vers le sud.

Du nord au sud, les domaines morpho-structuraux sont (Figure 25.2) :

- La zone des nappes ou la chaîne tellienne, occupant l'extrémité nord du pays, correspondant au segment oriental de la chaîne alpine (Maghrébides) ;
- L'Atlas tunisien, couvre la majeure partie de la surface du pays, constituant l'avant-pays de la chaîne alpine et le prolongement est de l'Atlas Saharien ;
- Le domaine du Sahel et le bloc pélagien occupant la zone orientale du pays ;
- La plateforme saharienne correspondant aux structures tabulaires de la Jeffara et du plateau du Dahar.

Sur le plan stratigraphique, la Tunisie est occupée essentiellement par des affleurements de séries sédimentaires d'âge Méso-Cénozoïque (Figure 25.2), à l'exception du petit affleurement de Permien marin de Tebaga (Médenine).

- Le Paléozoïque : l'affleurement le plus ancien correspond au Permien supérieur marin du Jebel Tebaga (Sud tunisien). Les terrains plus anciens du Paléozoïque sont reconnus seulement par les sondages pétroliers.
- Mésozoïque : les affleurements sont très bien développés en Tunisie et datent du Trias au Crétacé supérieur.
  - Trias : caractérisé essentiellement par un faciès chaotique, formé par du gypse, des argiles, des psammites, des dolomies, des cargneules et des volcanites basiques, occupant la zone des diapirs et le domaine atlasique ;
  - Jurassique : affleure essentiellement avec des séries carbonatées dans la Dorsale tunisienne, l'Axe Nord-Sud et dans les falaises escarpées du plateau du Dahar ;
  - Crétacé : affleure largement dans le pays, avec des faciès marins relativement profonds dans le nord, des faciès de plateforme en Tunisie centrale et finit par des faciès néritiques et subcontinentaux au niveau de la plateforme saharienne.
- Cénozoïque : affleure dans presque toute la Tunisie, correspondant à des séries marines carbonatées et continentales.
  - Paléocène et Éocène : correspondent à des faciès de plateforme marine ;
  - Oligocène et Miocène : correspondent à une séquence régressive majeure avec des dépôts gréseux deltaïques, lagunaires avec quelques phases transgressives. Les faciès allochtones de flysch sont connus dans la Tunisie septentrionale ;
  - Pliocène marin : n'affleure que sur les côtes actuelles de la Tunisie avec des séries d'argiles et de sables coquilliers.

- Quaternaire : formé généralement par des séries d'érosion post-orogénique et des rajeunissements des structures anciennes (alluvions, encroûtements calcaires, gypse, argiles, etc.) avec intercalation des séries marines d'âge Tyrrhénien dans les zones côtières.

25.3. LA MINE ARTISANALE EN TUNISIE

25.3.1. Quelles substances exploitées en mine artisanale en Tunisie ?

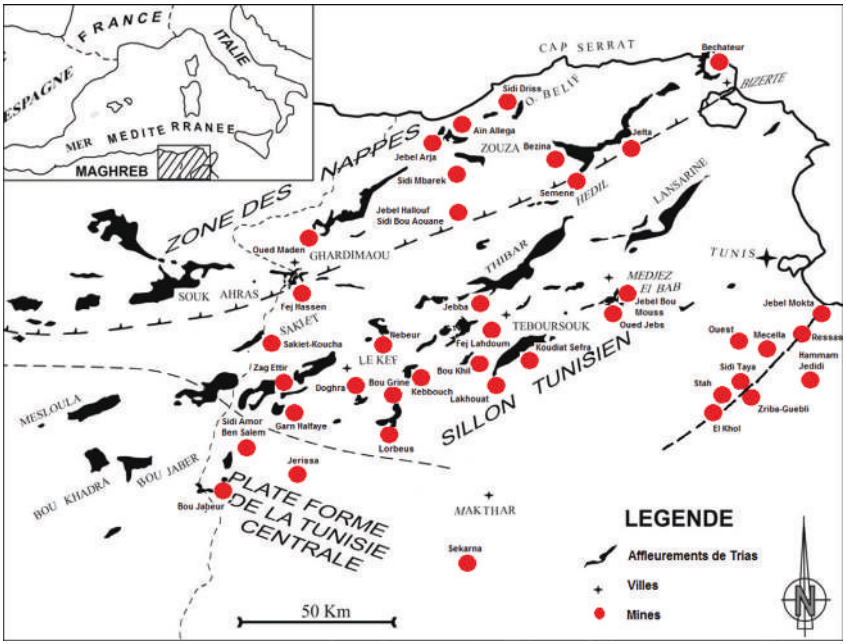
En Tunisie, les activités d'exploitation artisanale touchent exclusivement les phosphates, le plomb-zinc et le fer.

Aperçu métallogénique

La Tunisie fait partie de la province minérale d'Afrique du Nord et se caractérise par la prédominance du couple Pb-Zn avec près de 30 anciennes mines ayant produit plus de 10 000 t Pb-Zn chacune. Au total, plus de 1,5 Mt Pb-Zn ont été extraites (Tableau 25.1). La Tunisie est un pays essentiellement sédimentaire. La série stratigraphique s'étale depuis le Paléozoïque jusqu'au Quaternaire. Toutefois, des affleurements de roches magmatiques d'âge Miocène sont connus dans l'extrême nord du pays. La métallogénie de la Tunisie est intimement liée à la zonation structurale.

En effet, les indices minéraux répertoriés sur tout le territoire montrent une répartition selon les entités géotectoniques. Ainsi, l'essentiel des concentrations métalliques se situent en Tunisie plissée (Figure 25.3). De même, on constate l'étroite relation, du moins spatiale, entre les gisements et indices minéraux et les affleurements de Trias salifère (ce qui fait de cet étage un métallotecte important). Pour la partie septentrionale, la présence de roches magmatiques d'âge Néogène (acides puis basiques) semble contrôler les concentrations polymétalliques à Cu, Pb, Zn, As, Sb, Hg, (Ag, Tl, Bi, Au, U). Outre ces deux premiers métallotectes (Trias et magmatisme du Néogène), le facteur tectonique n'est pas à négliger puisque de nombreux indices et gisements montrent un alignement préférentiel. Le linéament de Ghardimaou-Cap Serrat constitue un bon exemple. C'est également le cas de la Dorsale Jurassique dont les importantes concentrations de fluorine et les rares expressions de mercure (cinabre : HgS) semblent traduire une origine profonde des métaux véhiculés à travers les grands accidents (Accident de Zaghouan) (Hatira, 2002).

FIGURE 25.3 | PRINCIPAUX AFFLEUREMENTS DE TRIAS DE L'EXTRÉMITÉ NORD-ORIENTALE DU MAGHREB ET POSITION DES PRINCIPAUX GÎTES (ROUVIER ET AL., 1985).



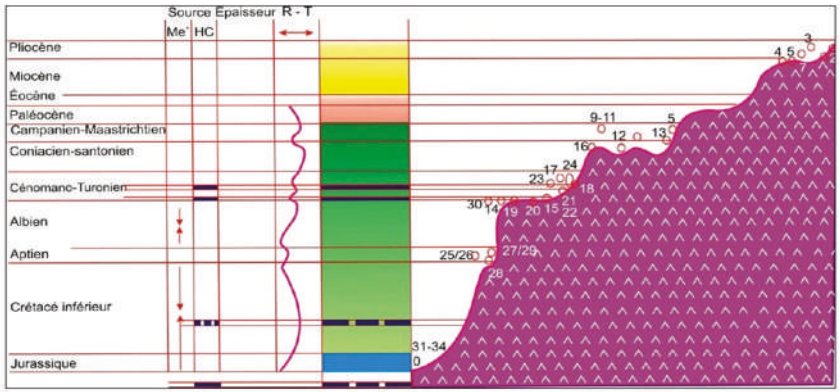
Position stratigraphique et typologie

Les concentrations minérales présentent une large distribution dans la colonne stratigraphique (Figure 25.4). Une certaine variabilité apparaît du nord vers la Tunisie centrale. L'essentiel des indices se localise dans des formations carbonatées et à la base de séries transgressives. Sur la base de la morphologie des corps minéralisés (filon, karst, lentilles, etc.) et de la paragenèse, on peut distinguer trois types :

- Les minéralisations liées au Trias et/ou à sa couverture du Crétacé-Cénozoïque. Ces expressions caractérisent la zone des diapirs à paragenèse simple : Pb-Zn-(FeS2, Sr, Ba) ;
- Les minéralisations liées aux inconformités : (1) inconformité intra- et supra-Jurassique (province fluorée), (2) inconformité intra-Albien (plateforme de Tunisie centrale). Ces deux cas montrent une morphologie essentiellement karstique ;
- Les minéralisations liées au Néogène et au volcanisme qui peuvent être scindées en quatre sous-types :
  - Minéralisations à Hg liées à l'Accident Ghardimaou-Cap Serrat ;
  - Minéralisations en relation directe avec le magmatisme (à paragenèse polymétallique) ;
  - Minéralisations cuprifères (Cu) de type sécant (Chouichia, A. el Bey) ;

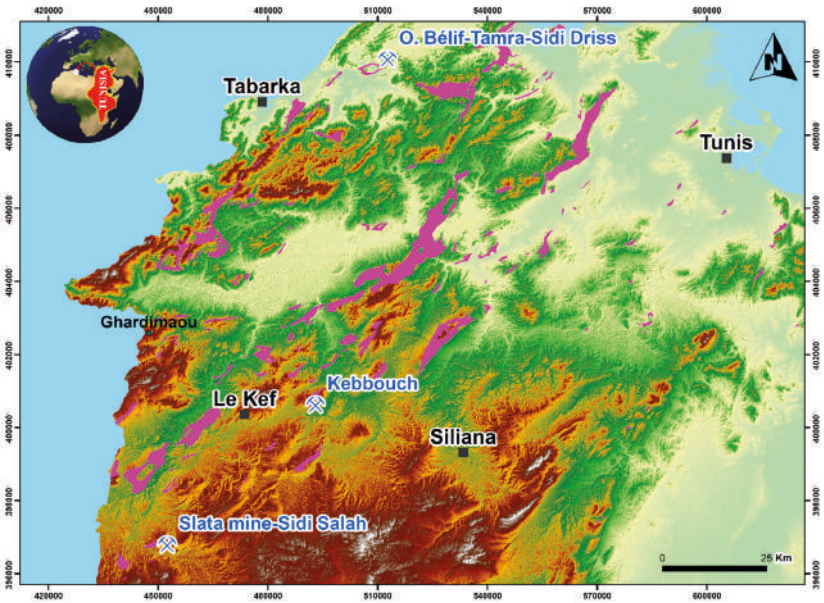
– Minéralisations à paragenèse simple (Pb-Zn), de type filonien et/ou karstique, encaissées (1) dans les calcaires du Crétacé supérieur (Kef Et Tout, Sidi Ahmed, Sidi Embarek), (2) dans les formations conglomératiques du Néogène (Jebba, J. Hallouf-Sidi Bou Aouane) et localement au niveau du contact Trias/couverture (Aïn Allégua) (Hatira, 2002).

FIGURE 25.4 | DISTRIBUTION DES MINÉRALISATIONS DANS LA COLONNE STRATIGRAPHIQUE (TUNISIE CENTRO-SEPTENTRIONALE.



Le gîte de Kebbouch Sud semble avoir été découvert en 1897. Le premier permis de recherche était accordé en 1900 pour la calamine (minerai non-sulfuré de Pb-Zn). Cette exploitation de cérusite et smithsonite aura duré de 1912 à 1927. Son arrêt fut provoqué par l'impossibilité de traiter le minerai sulfuré mixte rencontré dans les TB4 et TB5. En 1965, l'AGMI a remis à l'Office National des Mines une étude géologique sur le prospect de Kebbouch Sud (Bolze et Galtier, 1965) (Figure 25.5).

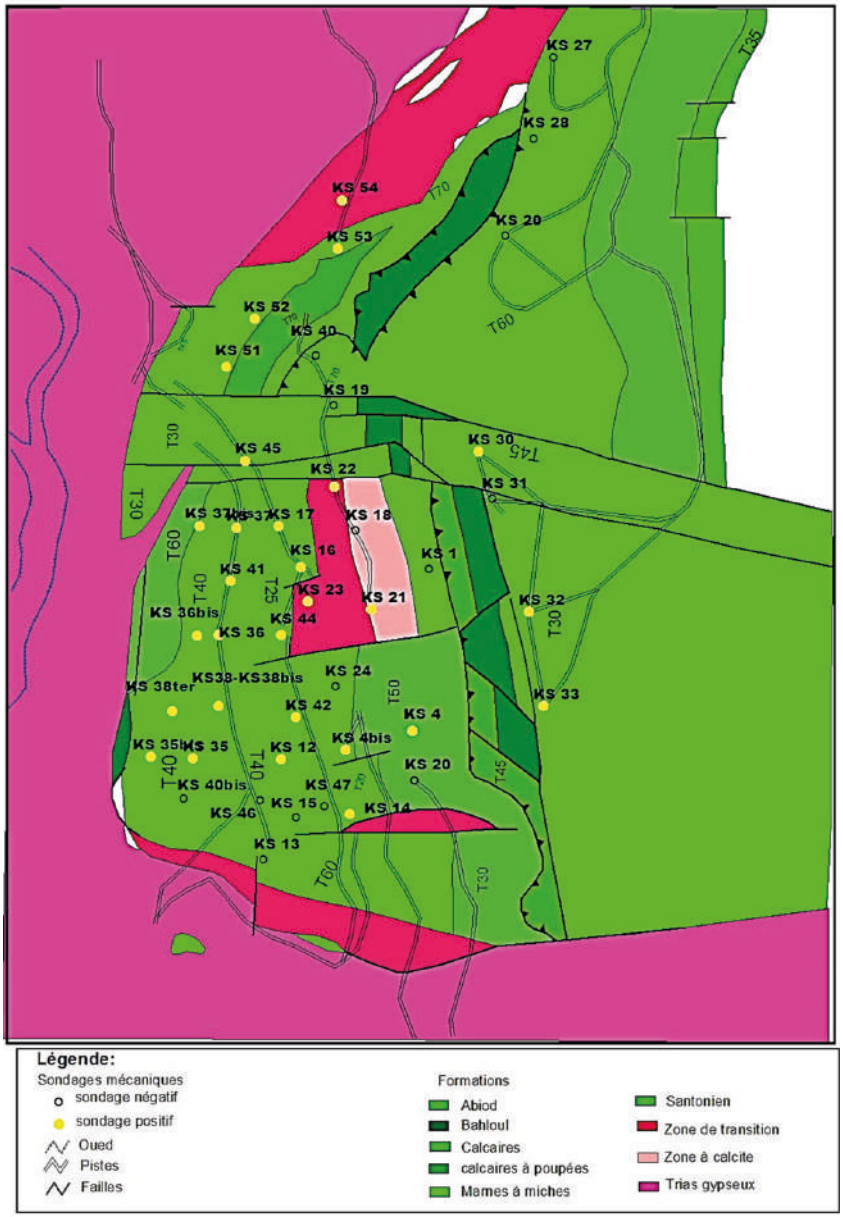
FIGURE 25.5 | CARTE DE LOCALISATION DES PRINCIPALES MINES ARTISANALES.



À la suite de cette étude, les travaux miniers étaient repris et une compagne de sondages était réalisée dans l'optique d'exploiter de la pyrite pour l'enrichissement en soufre des phosphates tunisiens (Massin, 1966). En 1979, dans le cadre de la coopération établie entre l'Office National des Mines et le Bureau de Recherches Géologiques et Minières (Service géologique français), des études sédimentologiques, minéralogiques et micropaléontologiques préliminaires ont été effectuées, ainsi que des essais de traitement du minerai sulfuré.

Le Jebel Kebbouch correspond à une structure anticlinale disloquée à cœur de Trias. Les séries lithologiques affleurantes s'étendent du Trias au Quaternaire. Les séries les plus anciennes occupent le cœur de la structure de Jebel Kebbouch Sud. Les séries les plus récentes forment les reliefs et flancs externes de la structure (Figure 25.6).

FIGURE 25.6 | CARTE GÉOLOGIQUE DE JEBEL KEBBOUCH (ONM, INÉDIT).



La minéralisation du massif du Kebbouch est de type BGP (Blende (sphalérite)-Galène-Pyrite). Ell est caractérisée en particulier par une sphalérite jaune clair (Massin, 1969). Au Kebbouch Sud plus précisément, la minéralisation prend une disposition stratiforme au contact Trias salifère/Cénomanien et se présente sous la forme d'une couche de 8 à 12 m de puissance. À ce contact, apparaissent des faciès très particuliers dolomitisés. Le gîte de Kebbouch Sud comprend plusieurs types de minéralisations. Ces minéralisations sont essentiellement encaissées au niveau du contact Trias/Crétacé, zone de transition, « minéralisation type F1 » et dans les calcaires laminés du Bahloul (Cénomanien supérieur-Turonien inférieur) « minéralisation type F2 ». Cette minéralisation est bien visible dans le sondage KS38 ter et par les travaux miniers du TB6. En effet, le KS38 ter qui recoupe le TB6 présente un Bahloul bien minéralisé (7 m @ 7,45 % Pb-Zn), alors que le Bahloul du sondage KS36 bis qui recoupe le TB4 est stérile (Figures 25.7 et 25.8).

FIGURE 25.7 | (A) VUE PANORAMIQUE DU CARREAU DE LA MINE, (B) ENGINS D'EXTRACTION.



FIGURE 25.8 | (A) CARRIÈRE D'EXPLOITATION DE MINERAI DE PB, (B) GALERIE, (C) FILON DE GALÈNE, (D) GALÈNE.

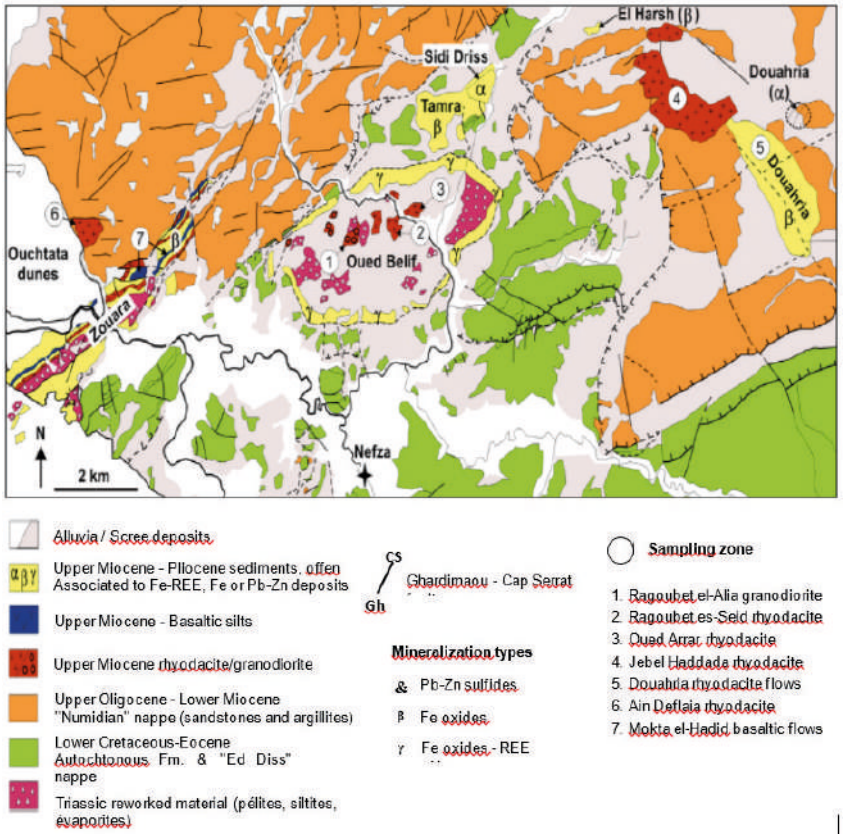


– **Gisements liés au magmatisme du Néogène (région de Nefza) : exemple de Tamra-Dhouahria-Berda**

Dans l'extrême nord tunisien, l'activité magmatique du Néogène est bimodale (Figure 25.9) :

- Acide d'âge miocène et correspondant à des granodiorites puis des rhyodacites-rhyolites (essentiellement dans les Nefza) ;
- Basique d'âge Pliocène et plus développé vers l'est (Hédils).

FIGURE 25.9 | CARTE GÉOLOGIQUE DU DISTRICT MINIER DE NEFZA (GOTTIS ET SAINFELD, 1952 ; COMPLÉTÉE ET MODIFIÉE PAR DECRÉE, 2008).



C'est au niveau des manifestations magmatiques acides que les indices et gîtes minéraux sont reconnus. Dans les Nefza (Oued oued Bélif), une paragenèse polymétallique à Pb-Zn-Fe (Cu, Ag, Sb, Hg, U, F, Tl, Au) s'associe à l'activité hydrothermale syn- et post-magmatique. Seuls les métaux de base (Pb-Zn) ont fait l'objet d'une exploitation limitée (18 000 t de concentré de Pb-Zn extraites des filons de Sidi Driss et Oued Bélif). Pour les autres métaux (à l'exception du fer) qui ont une valeur d'indice, seul le cuivre peut constituer un objectif raisonnable puisqu'un niveau métrique titrant 18 % Cu a été recoupé par sondage minier (ONM, 1994). Le potentiel en métaux nobles (Ag, Au) est encore au stade de l'identification.

Les principaux gîtes sont Tamra, Douahria et Ras Rajel. Ils se situent à proximité de manifestations volcaniques et la minéralogie se caractérise par des oxydes et hydroxydes de fer (goethite, stilpnosidérite, lépidocrocite, pyrolusite). Plus de 9 Mt @ 47 % Fe ont été extraites (ONM, 1994) (Figures 25.10 et 25.11).

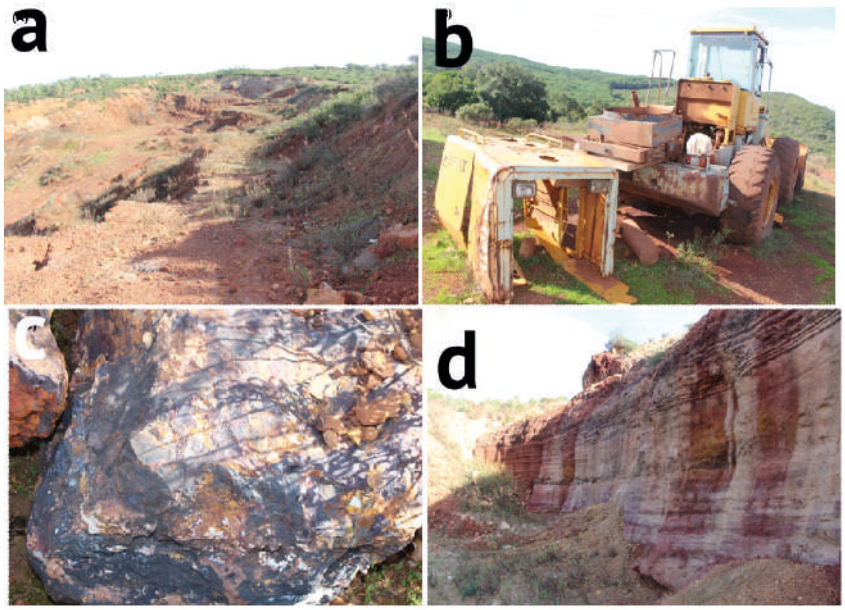
La mine de Tamra se situe à 11 km au nord de Nefza, à une altitude de 250 m, à proximité du centre volcanique d'Oued Bélif et regroupe aussi la mine de Boukhchiba, Gannara, Ain Rchech et un chantier manganésifère. La proximité du centre volcanique d'Oued Bélif justifie la présence de minerai de fer et de plomb dans la région, leur origine est probablement la lave déversée par ce volcan.

Le potentiel global en minerai de fer dégagé d'après l'ensemble des travaux de prospection est d'environ 35 Mt répartis sur 16 panneaux géologiques différents. Avec une teneur moyenne en fer de 22 %. Pour les qualités destinées à la commercialisation vers les cimentiers (40% Fe), ce potentiel se réduit à 4,5 Mt. Pour une teneur de coupure à 45 % Fe, le potentiel se réduit à 3 Mt. Pour une teneur de coupure à 50 % Fe, le potentiel est de l'ordre de 2 Mt.

FIGURE 25.10 | ASPECT DE LA MINÉRALISATION DE LA MINE DE TAMERA. (A) COLLINE ET MINE DE TAMRA, (B) MINERAI DE GOETHITE-HÉMATITE-LIMONITE, (C) FRONT DE LA CARRIÈRE, (D) ENGINS DE LA MINE.



FIGURE 25.11 | L'ANCIENNE MINE DE FER DE DHOUAHRIA. (A) VUE DU GISEMENT DE BER-DAA-DHOUAHRIA, (B) ENGINS D'EXPLOITATION-LIMONITE, (C) MINERAI D'OXYDES DE FER, (D) SÉRIE VOLCANO-SÉDIMENTAIRE MINÉRALISÉE EN FE DE BERDAA- DOUAHRIA.



Les différents types de minéralisation :

- Brèche minéralisée à Fe, Cu, U de l'Oued Bélif ;
- Sulfures à Pb-Zn (gisements de Sidi Driss et de Douahria) ;
- Oxydes de fer (mine de Tamra et gisement de Dhouahria-Berdaa).
  - **Gisements de barytine : exemple de Jebel Slata-Sidi Salah**

Sidi Saleh englobe l'ancienne mine de plomb de Sidi Amor Ben Salem, l'une des plus importantes exploitations de ce genre en Tunisie, dont il reste encore des vestiges sur le terrain. Les minéralisations connues se développent à proximité d'un contact géologique, parallèlement à celui-ci sous forme d'amas lenticulaires (gîte de contact) ou au niveau de fractures (filons) orientées NO-SE à E-O (Figures 25.12, 25.13 et 25.14).

FIGURE 25.12 | (A) ENGINS D'EXTRACTION, (B) FOUILLE DE BARYTINE, (C) FRONT DE CARRIÈRE DE BARYTINE EXPLOITÉ, (D) VUE PANORAMIQUE DU GISEMENT DE BARYTINE.



FIGURE 25.13 | (A) CARRIÈRE EN COURS D'EXPLOITATION, (B) NIVEAU BARYTIQUE DÉPASSANT LES 50 CM, (C) STOCK DE BARYTINE.

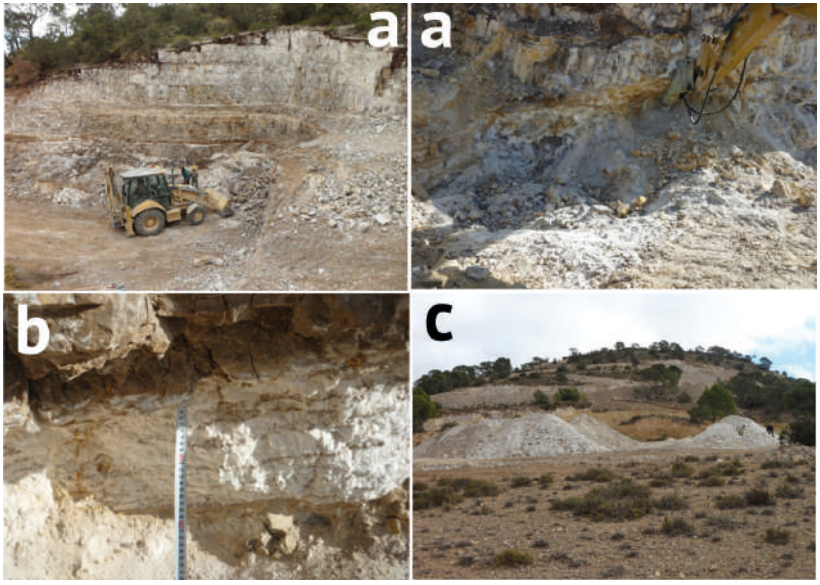
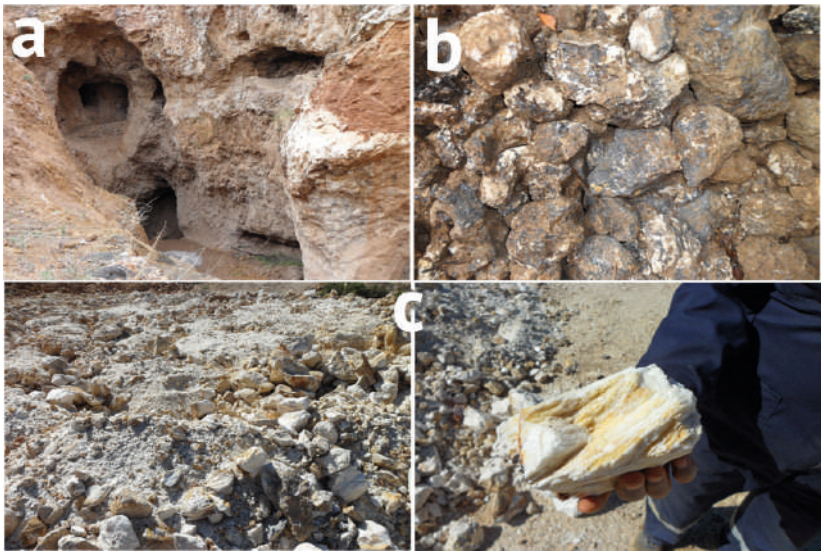


FIGURE 25.14 | (A) GALERIE D'EXPLOITATION, (B) ASSOCIATION BARYTINE ET GALÈNE, (C) MINERAI DE BARYTINE.



25.3.2. Cadre législatif du secteur minier artisanal en Tunisie

L'Office National des Mines (ONM), opérateur de l'État en matière de recherche géologique et minière, s'occupe aujourd'hui en priorité de toutes les opérations stratégiques comme le lever des cartes géologiques et thématiques, la couverture géophysique (gravimétrie, magnétisme, etc.), la couverture géochimique, l'inventaire minéral, la numérisation et la gestion des données géoscientifiques.

Parallèlement, l'ONM est appelé à soutenir et à encourager les sociétés privées, nationales et étrangères, à investir dans le domaine de la recherche minière. Un nouveau Code minier a été mis en place en 2003. Il a été accompagné d'une politique de promotion minière qui met à la disposition des investisseurs potentiels des dossiers attractifs susceptibles de les aider à s'engager dans ce domaine. Cette politique a pour objectif de dynamiser la recherche et d'associer le privé à l'effort de l'État pour la reconnaissance du sous-sol national.

Le nouveau Code minier (Loi n°2003-30 du 28 avril 2003, portant promulgation au Code Minier)

Dans le but d'encourager l'activité de recherche et d'exploitation minière, et ce pour une meilleure valorisation de son potentiel minier, la Tunisie a procédé en 2003 à l'adoption d'un nouveau code minier qui remplace celui de 1953. Nous exposons

ici les principaux aspects juridiques, financiers et fiscaux du nouveau code minier tunisien.

Incitations juridiques

- Les mines sont des propriétés domaniales ;
- Une autorisation de prospection est accordée pour permettre au demandeur de procéder aux investigations nécessaires en vue de préparer les dossiers de permis de recherche. Néanmoins, cette autorisation ne constitue pas une étape nécessaire pour l'obtention de permis de recherche ;
- Priorité à la demande pour l'octroi des permis de recherche. Toutefois, le pétitionnaire doit se prévaloir des capacités techniques et financières suffisantes pour réaliser le programme des travaux prévus ;
- Les substances classées « mines » sont réputées immeubles et sont distinctes de la propriété du sol. Sont réputés meubles les minerais extraits, ainsi que les actions ou intérêts dans toute société exerçant des activités d'exploitation ;
- Le permis de recherche est accordé pour une période initiale de trois ans renouvelables pour deux périodes successives de trois ans chacune. Néanmoins, et en cas de découverte d'un gisement pouvant donner droit à une concession, le titulaire aura droit à un renouvellement exceptionnel de son permis de recherche pour évaluer le gisement, réaliser l'étude de faisabilité technico – économique et procéder éventuellement à la promotion du projet ;
- Les activités de recherche et d'exploitation des substances minérales classées « mines » constituent des actes de commerce ;
- Garantie d'exploitation en cas d'une découverte économique : le titulaire de permis de recherche a le droit exclusif d'obtenir pendant la durée de validité de son permis et dans l'étendue de son périmètre des concessions d'exploitation, dont la durée est appréciée en fonction des réserves exploitables. La concession peut être prolongée autant de fois que nécessaire et en fonction des réserves additionnelles découvertes ;
- Continuité de jouissance des droits miniers : renouvellement des titres miniers et possibilité de cessions et d'amodiations.

25.3.3. Degré d'organisation des artisans-mineurs

Le secteur de l'artisanat minier en Tunisie présente un faible niveau d'organisation :

- Il est peu structuré ;
- Les acteurs du domaine s'exercent dans la majorité des cas sans titre ni autorisation ;
- Ses acteurs sont peu organisés sur les sites en syndicats, en coopératives, en groupements, en associations locales d'orpailleurs et en organisations de la société civile.

25.3.4. Rôle de l'Office National des Mines pour accompagner le secteur minier artisanal

Le Service géologique a été intégré à l'Office National des Mines en 1981 (Décret n°81-60 du 14 janvier 1981). La Tunisie possède une longue tradition dans le domaine de la cartographie géologique. Les cartes géologiques de base constituent un outil indispensable pour toute investigation du sol et du sous-sol national. C'est également un document de base en matière d'aménagement du territoire, de valorisation des ressources naturelles (eau, hydrocarbures, ressources minérales) et un support pédagogique.

- Cartographie géologique :
  - Lever/élaborer les cartes géologiques de base (échelles 1/50 000 et 1/100 000) ;
- Rédiger les annales et les notes du Service géologique (Service des Éditions) Études géologiques :
  - Les études paléontologiques et sédimentologiques (biostratigraphie, etc.) ;
  - Les études thématiques ;
  - Suivi et cartographie des risques naturels (glissements de terrain, inondations, risques sismiques, etc.) ;
  - Élaborer et stocker les coupes géologiques, les coupes-types et les coupes de référence dans une feuille géologique donnée ;
  - Cartographie géologique de synthèse (échelles 1/200 000 et 1/500 000) ;
- Gestion du patrimoine géologique, des archives et des données techniques ;
- Numérisation des données géologiques : Préparation, numérisation et suivi de l'impression des cartes géologiques.

25.4. ENJEUX ENVIRONNEMENTAUX ET SANITAIRES LIES A LA MINE ARTISANALE

La Tunisie a connu une exploitation intensive de ses ressources minières pendant la période coloniale. Cette exploitation s'est effectuée en vertu des concessions ou des permis d'exploitation et de recherche accordés par l'État aux entrepreneurs. Ces exploitations différaient en termes de type d'activité minière qu'elles adoptaient. L'évolution des techniques d'exploitation a conduit à la multiplication des sites d'extraction ainsi que les activités annexes telles que les laveries et les fonderies. L'épuisement des réserves a conduit à la fermeture de la quasi-totalité des sites qui sont généralement abandonnés sans aménagement et soumis aux aléas climatiques. En effet, l'exploitation minière a engendré de nombreux problèmes environnementaux. Ces problèmes ne se sont pas limités aux surfaces concédées aux sociétés minières, mais ils ont touché aussi l'atmosphère, l'agriculture et les eaux et ont porté atteinte à la santé de la population.

25.5. ENJEUX SOCIO-ECONOMIQUES LIES A LA MINE ARTISANALE

25.5.1. Rôle des femmes

Les femmes en Tunisie ne sont pas impliquées dans l'exploitation minière artisanale. Dans certaines régions, les femmes représentent plus de la moitié de la main-d'œuvre dans le secteur agricole, dans les domaines de la santé et de l'administratif.

25.5.2. Rôle des agriculteurs, éleveurs et artisans-mineurs locaux

En Tunisie, le développement des régions rurales repose essentiellement sur l'agriculture qui emploie plus de 50 % de la population rurale (hommes et femmes). Toutefois, depuis plusieurs années, cette agriculture a montré une faiblesse de compétitivité sur les marchés nationaux et internationaux due à un manque de productivité, de qualité des produits agricoles et d'organisations professionnelles bien développées. En Tunisie, le secteur agricole et de la pêche demeure d'une grande importance économique et socio-politique, du fait de sa contribution à la réalisation des objectifs nationaux en matière de sécurité alimentaire, de création de revenus, d'emplois, d'équilibre régional et de gestion des ressources naturelles.

25.6. REFERENCES

Bolze et Galtier, 1965. Étude géologique et minière à 1/5 000 Kebbouch Nord. Office National des Mines-Tunisie (ONM), Rapport inédit 56A.

Decrée S., 2008. Caractérisation géochimique et isotopiques dans un système d'altération complexe, du protolithe magmatique à la minéralisation fer-plomb-zinc : le cas de la mine de Tamra (N. Tunisie). Thèse de doctorat en sciences. Facultés des Sciences. Université Libre de Bruxelles.

Duran Delga M., 1980. La Méditerranée occidentale : Étape de sa genèse et problèmes structuraux liés à celle-ci. Livre Jubilaire de la SGF, 1930-1980. Mém. HS 10.

Gottis C., Sainfeld P., 1952. Les gîtes métallifères tunisiens. In : Congress 19th International Geology, Alger, Monographie Région., Série 2, 104.

Hatira N., 2002. Cours de gîtologie et ressources minérales, p 83.

Massin J.M., 1966. Étude minière du Jebel Kebbouch n°7. Office National des Mines-Tunisie (ONM), Rapport inédit 56A.

ONM, 1994. Caractérisation pétrologique et cartographique des différents faciès cristallins de la structure de l'Oued Bélif (NEFZA). Rapport interne.

ONM, 1985. Carte géologique de la Tunisie à 1/500 000. Service Géologique de la Tunisie.

Rouvier H., Perthuisot V., Mansouri A., 1998. Pb-Zn Deposits and Salt-Bearing Diapirs in Southern Europe and North Africa. Economic Geology 80, 666-687.





26. Synthèse des travaux de groupe réalisés lors du séminaire « Mine artisanale en Afrique Centrale, du Nord et de l'Est francophones »

Par Pr. Sadrack-Félix TOTEU
Président du Comité consultatif du projet PanAfGeo

26.1. INTRODUCTION

Les discussions de groupe sont l'un des moments les plus intenses des séminaires de formation du module « WP-C Mine artisanale » de PanAfGeo. Il se trouve que par le passé, les résultats de ces réflexions étaient présentés et discutés au cours des séances plénières, mais restaient au final dans les notes personnelles des participants. Au cours de la formation tenue à Douala du 13 au 16 mars 2023 et dédiée aux personnels des services géologiques des pays d'Afrique Centrale, du Nord et de l'Est francophones, les organisateurs ont maintenu la tradition, vieille depuis le début de PanAfGeo, de publier un Guide pratique de la Mine artisanale pour les régions concernées, mais en innovant avec l'insertion des résultats des discussions lors des travaux de groupe. Les pays concernés sont : Algérie, Burundi, Cameroun, Comores, Congo, Djibouti, Gabon, Guinée Équatoriale, Madagascar, Maroc, Mauritanie, République Centrafricaine, République Démocratique du Congo, Tchad, et Tunisie.

Le programme de la formation de Douala prévoyait deux séances de travaux de groupe d'une durée d'environ quatre heures chacune. Les trente-six participants étaient répartis en quatre groupes de huit en s'assurant que tous les pays soient représentés dans chaque groupe. Huit thématiques étaient sélectionnées pour les discussions, dont deux par groupe. En fonction de son expertise par rapport à la problématique à discuter, un formateur était désigné pour servir de mentor à chaque groupe (soutenir tout en laissant le groupe conduire ses réflexions en toute autonomie). Une séance de restitution a permis à chaque groupe d'échanger avec l'ensemble des participants à la formation. Ce document est une synthèse des échanges entre les participants non seulement au sein de chaque groupe, mais aussi en séance plénière de restitution. L'objectif final étant que chaque participant puisse tirer parti des expériences des autres pays afin d'améliorer la contribution du service géologique à la résolution des défis de la mine artisanale dans son pays d'origine.

FIGURE 26.1 | LES PARTICIPATS À LA SESSION PANAFGEO « MINE ARTISANALE », 13-16 MARS 2022, DOUALA, CAMEROUN.



26.2. THEMATIQUES DES TRAVAUX DE GROUPE

Les thématiques ont été sélectionnées afin que les participants approfondissent les réflexions sur certains aspects déjà évoqués lors des présentations soit par les représentants des pays, soit par les experts formateurs (Cf. les différents chapitres de cet ouvrage). Par conséquent, il s'agit ici de présenter le condensé de ces discussions afin que les services géologiques des différents pays s'en inspirent pour soutenir leurs actions d'appui à la mine artisanale. Les questions discutées lors des travaux de groupe sont libellées ainsi qu'il suit :

1. Répertorier et discuter les principaux défis de la mine artisanale en zone côtière ou le long des rivières dans vos pays respectifs (Groupe-1).
2. Répertorier et discuter les principaux défis environnementaux ainsi que les solutions proposées dans vos pays respectifs (Groupe-1).
3. Répertorier et discuter quelques défis de la formalisation de la mine artisanale dans vos pays respectifs (Groupe-2).
4. Répertorier et discuter quelques défis liés aux minerais source de conflits dans vos pays respectifs (Groupe-2).
5. Répertorier et discuter les principaux défis sociaux et sanitaires de la mine artisanale dans vos pays respectifs (Groupe-3).
6. Répertorier et discuter les principaux défis dans l'amélioration de la participation des femmes à l'activité minière dans vos pays respectifs (Groupe-3).

7. Répertorier et discuter les avantages des méthodes géophysiques d'exploration pour un service géologique (Groupe-4).
8. Quelle est l'expérience, les leçons apprises de votre pays, et le rôle que votre service géologique a joué dans le processus de traçabilité des pierres précieuses (Groupe-4) ?

Pour chaque question, nous rappellerons le contexte ou la problématique, puis nous relèverons les défis ainsi que les éventuelles solutions.

FIGURE 26.2 | UN GROUPE DE TRAVAIL EN TRAIN DE DISCUTER DES ENJEUX PROPRES À LA MINE ARTISANALE EN AFRIQUE CENTRALE, DU NORD ET DE L'EST FRANCOPHONES.



26.2.1. Répertorier et discuter les principaux défis de la mine artisanale en zone côtière ou le long des rivières dans vos pays respectifs.
Cette thématique n'était pas véritablement différente de la question-2 relative à l'environnement, mais il est question de mettre en exergue la sensibilité et la fragilité des zones côtières et des lits des rivières lorsqu'ils sont sujets à l'activité minière artisanale. La thématique est d'autant plus importante que des quinze pays impliqués, seuls le Burundi, la République Centrafricaine et le Tchad sont dépourvus de zone côtière. Les produits de la mine artisanale exploités le long des rivières et des zones côtières sont essentiellement l'or, les autres métaux précieux et les produits de carrière, notamment le sable.

Il est apparu que les plus grands défis de la mine artisanale spécifiques aux rivières et aux zones côtières sont la dégradation de l'environnement, la pollution et les problèmes de réhabilitation des sites.

La dégradation de l'environnement se traduit généralement par la perturbation des lits suite aux déviations avec parfois l'installation de galeries forestières précaires au milieu des cours d'eau, à la présence de puits et d'excavations, au rejet de déchets solides et l'ensablement. Les conséquences qui s'en suivent sont l'augmentation des risques d'inondation en saison des pluies et l'assèchement des lits en saison sèche ; tout ceci impacte grandement la faune et la flore aquatique (destruction des habitats) et les communautés environnantes. Les mêmes types de dégradation du paysage s'observent sur les zones côtières où sont prélevés les sables ; elles se traduisent par l'accentuation de l'érosion côtière.

La pollution se manifeste par le rejet des boues de traitement rendant l'eau turbide et impropre. L'utilisation du mercure ou du cyanure est très présente et constitue l'un des défis majeurs ; les sites d'exploitation deviennent des points d'expansion de la pollution chimique des nappes souterraines ou des cours d'eau en aval.

Le problème de **restauration** des sites est un véritable défi dont les solutions sont au-delà des capacités techniques et financières des artisans-mineurs.

Comme **solutions**, les services géologiques ont, d'une manière générale, un rôle capital dans l'encadrement, la formation et la conscientisation des mineurs artisans. Certains pays ont purement et simplement interdit l'activité minière artisanale en zone côtière. Les conditions de réhabilitation des sites d'exploitation minière artisanale ne sont pas toujours définies dans certains pays ; dans d'autres la création des comptes séquestres pour la réhabilitation des sites miniers est de règle, même si la mise en œuvre de ces dispositions n'est pas toujours effective sur le terrain.

26.2.2. Répertorier et discuter les principaux défis environnementaux ainsi que les solutions proposées dans vos pays respectifs

Ici, contrairement à la question précédente focalisée sur les lits des rivières et les zones côtières, il s'agissait d'avoir une vue générale par pays. Compte tenu de leur répartition géographique, on peut s'attendre à ce que les défis et les solutions varient énormément : nous avons à faire à des pays dont certains vont des régions méditerranéennes à tropicales arides à semi-arides comme l'Algérie, des zones équatoriales à semi-arides comme le Cameroun, ou exclusivement équatoriales comme la Gabon ou le Congo.

Les défis environnementaux sont de plusieurs ordres et ne concernent pas seulement les sites miniers actuels, mais aussi ceux hérités de la période coloniale :

pollution des eaux des rivières, des lacs, des nappes phréatiques et de l'air ; déforestation ; et dégradation du paysage.

En dehors des Comores où aucune étude n'est actuellement disponible ou de l'Algérie où ce défi est minoré, **les problèmes de pollution** des eaux des rivières, des lacs et des nappes phréatiques sont relevés dans la plupart des pays. Bien que l'utilisation des produits chimiques tels que le mercure et le cyanure soit très souvent interdite par la loi, les réalités du terrain sont bien différentes. Leur utilisation ne semble être limitée pour l'instant que par la présence de fortes quantités d'or en grosses pépites comme au Gabon. Le déversement des boues de traitement, des hydrocarbures et huiles notamment au Congo, sont une autre dimension de la pollution sur les sites. Dans des régions arides comme en Mauritanie sans eau de surface permanente, les produits chimiques polluants contaminent préférentiellement les nappes phréatiques à la faveur de fortes pluies. Un autre type de pollution relevé est le drainage minier acide très connu, notamment en zones subtropicales et équatoriales (ex. RDC), mais également en zones arides (ex. Mauritanie) où des tas de stériles et résidus miniers peuvent s'oxyder et produire des solutions acides. Enfin, que ce soit en zones arides sans eau de surface permanente ou en zones tropicales et équatoriales, les défis les plus visibles sont la perturbation des paysages et des lits des cours d'eau avec ses conséquences sur la biodiversité et les communautés. Les questions relatives à la pollution de l'air seront abordées par la question 5.

D'une manière générale, **les solutions** sont dans la législation de chaque pays avec très souvent l'interdiction de l'utilisation des produits chimiques dans le traitement des minerais. Certains pays comme le Maroc, encouragent le traitement gravimétrique ainsi que le recyclage et la réutilisation de l'eau de traitement afin de réduire ou de s'affranchir de l'utilisation d'eau douce et minimiser les rejets d'eaux contaminées dans l'environnement. Bien évidemment, la mise en œuvre de telles techniques nécessite un travail de conscientisation, de formation et de soutien de la part des services géologiques.

Dans l'ensemble des pays concernés, **la déforestation** est apparue comme l'un des défis majeurs de l'exploitation minière artisanale. On voit des pans entiers de forêt disparaître dans les pays équatoriaux (ex. Gabon, Congo, Cameroun, RDC) soit pour les voies d'accès et les infrastructures d'installation, soit pour le déblayage des zones minéralisées. Dans les zones arides à semi-arides d'Algérie, de la Mauritanie, du Tchad, du Nord Cameroun et de Djibouti, le stress sur les faibles quantités d'arbustes est encore plus grand. Il n'y a que sur des sites de zones désertiques (ex. Tafilalet au Maroc) que les artisans mineurs n'ont que très peu de possibilité de coupe de bois. D'une manière générale, la déforestation signifie également la destruction de l'habitat avec un impact direct sur la faune et la flore, notamment en milieu équatorial et subtropical où on note en plus une forte activité de braconnage.

Comme **solution**, il est important d'impliquer les institutions en charge des forêts dans la procédure d'attribution du permis ou d'autorisation d'exploitation (ex. Algérie) afin de mieux suivre leur application sur le terrain. De même, les services géologiques en synergie avec ceux des forêts pourraient utiliser les organisations de mineurs pour des programmes de reboisement. Il y a également des pays où cette activité est encore à ses débuts (ex. Guinée Équatoriale) et il serait plus facile que les politiques en la matière anticipent avec la mise en place des plans de reforestation.

Tout comme la déforestation, **la dégradation du paysage** est l'un des impacts les plus visibles de l'activité minière artisanale et ceci dans tous les pays concernés. On note partout des modifications du paysage avec des puits d'excavation abandonnés et remplis d'eaux stagnantes, des amas de stériles sur toute l'étendue du site. Les conséquences sont la diminution des terres cultivables et la perte du couvert végétal, l'amplification de l'érosion. **Les solutions** à ces défis dépendent de la manière dont les états légifèrent et appliquent les mesures règlementaires en matière de réhabilitation des sites. Le constat général est que les sites soumis à l'activité minière artisanale sont tout simplement abandonnés et c'est là que les services géologiques ont un rôle important à jouer, y compris en impliquant la société civile. Cependant, certains pays comme l'Algérie ou les Comores n'ont pas encore une expérience en matière de réhabilitation, car l'exploitation artisanale d'or y est encore récente.

26.2.3. Répertorier et discuter quelques défis de la formalisation de la mine artisanale dans vos pays respectifs

Les expériences des pays concernés sont très variables que ce soit sur les taux de formalisation ou sur les processus eux-mêmes. Cette variabilité est très souvent en relation avec le degré d'organisation des artisans mineurs : plus ils sont organisés en coopératives ou syndicats, meilleur est le processus de formalisation. On note effectivement dans plusieurs pays une quasi-absence ou une faible organisation des mineurs. Ce ne sont pas seulement des pays où l'activité minière artisanale est récente (Comores, Congo, Djibouti, Gabon, Guinée Equatoriale, et Tunisie), mais aussi ceux avec une tradition d'artisanat minier comme la RDC. Certains pays font une différence en l'artisanat minier et l'artisanat minier semi-mécanisé (ex. Cameroun). Les documents autorisant l'exercice varient également et vont des titres ou permis miniers (ex. Algérie, Mauritanie, Tchad), aux patentes (ex. Madagascar, RCA), en passant par des autorisations diverses (ex. Cameroun, Maroc). Dans certains cas, les individus ne sont pas éligibles, il faut être organisé en associations ou coopératives (cas du Burundi). Dans d'autres, les titulaires sont astreints à une profondeur limite (<5 m en Algérie, <10 m en Mauritanie). De manière générale, les coûts d'obtention des documents sont élevés ce qui est très dissuasif. Dans les pays où l'EMAPE est récente ou peu développée, le service géologique se charge de délivrer les autorisations (ex. Congo, Djibouti), mais dans d'autres, le rôle revient au ministère chargé des mines, ou mieux, les États mettent en place des organismes dédiés y compris pour le suivi de la formalisation (ex. ANAM en Algérie, CAPAM au Cameroun

jusqu'en 2020, MAADEN en Mauritanie). Les mécanismes mis en place pour la traçabilité varient de inexistants à robustes, du moins sur le papier (ex. Algérie, Burundi, Madagascar, Mauritanie, RDC).

Les défis sont nombreux et le groupe qui a analysé cette thématique s'est livré à un exercice en trois questions :

- Pourquoi formaliser ?
- Pourquoi ne formalise-t-on pas ?
- Quels appuis peuvent offrir les services géologiques aux EMAPE ?

La formalisation permet d'améliorer le contrôle de la chaîne de la production à l'exportation et en particulier apporte des solutions à un certain nombre de défis : Qui sont les artisans mineurs ? Combien sont-ils ? Que produisent-ils et en quelle quantité ? Qui achète ? Quelle est la destination des produits ? Que génère le produit comme bénéfice pour l'État ? La condition de vie des artisans s'en trouve-elle améliorée ? Protège-t-on mieux l'environnement et la santé des communautés ? Les artisans mineurs sont-ils mieux formés ?

Pourquoi ne formalise-t-on pas ? Quelques morceaux choisis des conclusions des débats en groupe :

- Peur de l'État, peur d'être visible, peur d'être emprisonné. Peu de confiance dans l'État ;
- Peurs irrationnelles. Traditions : on ne le faisait pas, donc pas la peine de le faire. Les artisans mineurs peuvent réagir très brutalement par rapport aux agents de l'État ;
- Ceux qui se formalisent ont un intérêt spécifique comme être collecteur ou exportateur à l'international ;
- Formalisation pour les associations qui souhaitent bénéficier de formations ;
- Formalisation si un intérêt ;
- Si l'exploitation de l'or est saisonnière, formalisation plus importante ;
- Si les taxes sont trop élevées, si la corruption est trop importante : pas d'intérêt ;
- On ne formalise pas les migrants.
-

Que peuvent les services géologiques au-delà de leur rôle régalien de mise à disposition des informations géologiques et minières ?

- Il faut plus de communication ;
- Activités de sensibilisation pas seulement pour payer les taxes ou être visible, mais leur montrer qu'ils pourraient bénéficier d'appui de l'État : proposer des mesures incitatives pour montrer que l'État peut être à leurs côtés ;
- L'État doit proposer des mesures qui peuvent bénéficier aux EMAPE ;
- Mais il faut d'abord que l'État donne des moyens leur permettant d'assurer ces tâches, car l'objectif final est un partenariat gagnant-gagnant entre l'État et la communauté des mineurs.

26.2.4. Répertorier et discuter quelques défis liés aux minerais source de conflits dans vos pays respectifs

Une zone de conflit est définie comme « zones situées à 50 km ou moins d'un lieu où un ou plusieurs incidents de conflit ont lieu au cours d'une année donnée, à l'intérieur des frontières d'un pays » (http://pcr.uu.se/research/ucdp/definitions/). Il peut s'agir de conflits armés, de violences généralisées, ou d'autres risques et dommages causés aux personnes. Les zones à haut risque sont des zones d'instabilité politique, d'insécurité, de violence généralisée et de violation des droits de l'Homme. Il existe une liste (très contestée) des régions considérées comme zones de conflits dans le monde (https://unric.org/fr/onze-crises-et-conflits-qui-secouent-le-monde-en-2023/). Au cours des discussions, quelques zones de conflits n'ayant toujours pas un lien direct avec la mine artisanale ont été évoquées : Nord Cameroun avec Boko Haram, groupes armés à l'ouest de la RCA, ancienne guerre civile au Burundi. Dans d'autres situations (groupes armés à l'est de la RDC), la mine artisanale peut être d'une manière ou d'une autre en liaison avec le conflit. Dans tous les cas, ce sont des questions politiquement très sensibles et il est tout à fait compréhensible que les participants aient fait preuve de beaucoup de réserve dans les discussions.

Mais au-delà de ces conflits armés dont certains ont pour objectifs le contrôle des minerais issus de l'EMAPE, il y a d'autres types de conflits tels que ceux entre agriculteurs-éleveurs et l'EMAPE qui peuvent parfois dégénérer notamment lorsque les mineurs sont des migrants. On a noté par exemple des conflits récurrents entre agriculteurs et exploitants miniers ces deux dernières années dans les provinces de l'Ituri et du Sud-Kivu (RDC).

Les conflits entre LSM (exploitation minière à grande échelle) et EMAPE sont également fréquents, mais trouvent toujours des solutions par la médiation et des dispositions qui peuvent varier d'un pays à l'autre :

- À Madagascar, si une LSM a un permis, on ne peut pas autoriser les EMAPE à exploiter artisanalement les substances sur le permis du LSM ;
- Au Cameroun, EMAPE s'arrange avec LSM : EMAPE peut retraiter les haldes et résidus miniers issus du premier traitement. Si on ne peut pas accéder aux LSM, le gouvernement assiste les EMAPE à accéder à une zone à proximité du LSM pour retraiter les haldes et résidus miniers ;
- Au Tchad, on ne chasse pas les EMAPE des permis miniers des LSM. On accepte l'utilisation de matériaux rudimentaires et le lavage sur le site ;
- En Mauritanie, le conflit entre LSM et EMAPE n'a pas duré car la Direction Générale des Mines l'a géré en proposant d'autres puits et d'autres sites.

Pour résoudre ou atténuer les effets de ces types de conflits, les services géologiques, les chefs de communautés et les municipalités ont un rôle à jouer :

- Information des communautés via les chefs de village de l'existence d'un titre minier sur leur domaine et des bénéfices qu'ils peuvent tirer (ex. traitement des résidus par l'EMAPE) ;
- Nécessité pour les Services Géologiques de bien structurer et gérer les relations entre intervenants afin d'éviter les dérives et les problèmes environnementaux et sociaux.
- Bonne synergie entre les sociétés minières et les chefs de communautés afin de mieux répartir les retombées.

26.2.5. Répertorier et discuter les principaux défis sociaux et sanitaires de la mine artisanale dans vos pays respectifs

Les défis sociaux prennent des formes variées et se retrouvent dans presque tous les pays : conflits (évoqués ci-dessus), accidents, incidents, violences y compris celles faites aux femmes, abus sexuels notamment sur les jeunes filles avec comme conséquence des grossesses précoces, travail des enfants entrainant la déscolarisation. Les campements miniers spontanés engendrent d'autres faits sociaux tels que vol, alcoolisme, toxicomanie, prostitution, forte inflation doublée d'insécurité alimentaire, promiscuité avec dégradation des conditions d'hygiène.

De même, les défis sanitaires sont sensiblement les mêmes partout et on enregistre des maladies hydriques liées à la pollution de l'eau, musculo-squelettiques liées à la pénibilité du travail sur les sites. Sur les sites d'exploitation d'or, on enregistre des intoxications aiguës et chroniques (neuropsychiatrique, digestive, rénale) suite à l'inhalation des vapeurs de mercure lors du chauffage de l'amalgame Au-Hg. L'absence des équipements de protection individuelle (EPI) est source de maladies liées aux bruits tels que la surdité précoce, lésions oculaires ou respiratoires (silicose) liées à l'inhalation de la poussière, perte de sensibilité au toucher due au non port de gants.

Les solutions résident dans la législation déjà en place ou en voie de l'être dans presque tous les pays. Ensuite, l'engagement d'un processus volontariste de formalisation et/ou d'organisation des artisans mineurs en associations et coopératives. De cette façon, la mise en œuvre de la législation sur le terrain, l'encadrement, la sensibilisation et la formation seraient plus faciles et mieux assurés ; la décentralisation de l'Administration favoriserait également un suivi de proximité. L'ancienne CAPAM, chargée de la sensibilisation, de l'encadrement et de la formation au Cameroun a été citée comme un bel exemple de structure de suivi de proximité des artisans mineurs.

26.2.6. Répertorier et discuter les principaux défis dans l'amélioration de la participation des femmes à l'activité minière dans vos pays respectifs

Il faut déjà noter qu'aucun des pays concernés n'a de législation qui interdit l'accès des femmes à l'activité minière. Mais en pratique, elles peuvent ne pas être effectivement impliquées comme en Tunisie, ou alors, bien qu'ouvrières sur le chantier, les règlements leur interdisent de descendre dans les trous des mines (ex. Maroc). Leur niveau d'implication dans la chaîne de production est très variable et les chiffres disponibles montrent 20 à 50 % en RDC, 35 % au Cameroun, 5 % au Congo, et 2 % au Gabon. Il semble que le taux soit aussi important à Djibouti. Dans certains pays, les femmes sont détentrices des titres et propriétaires des sites (Cameroun, Maroc, Mauritanie) et certaines sont gérantes des bureaux d'achat d'or (ex. Cameroun). Mais en général, dans la chaîne de production, elles assument les tâches de broyage, de tamisage, de lavage et de transport. Elles s'occupent aussi de la restauration, de l'approvisionnement en eau, et du commerce de biens et de services. Dans tous les cas de figures, les femmes et les filles sont soumises aux pesanteurs socio-culturelles d'infériorité par rapport aux hommes et aux garçons. Et de ce fait, elles sont souvent cantonnées aux opérations et/ou tâches de second plan et les moins rémunératrices ou même parfois connexes à l'exploitation. Elles font ainsi face à de nombreux défis :

- Conciliation entre la vie famille (y compris suivi des enfants) et la vie professionnelle ;
- Accès aux équipements ;
- Accès au marché ;
- Accès au financement ;
- Violences et prostitution ;
- Abandon de l'agriculture au profit de la mine.

Les travaux en groupe ont recommandé des mesures allant dans le sens de la sensibilisation, de l'encadrement et de la formation, notamment :

- Développer les capacités des femmes afin d'accroître leur autonomie et leur donner les chances de devenir des actrices de premier plan dans l'activité minière ;
- Mobiliser les ressources humaines, matérielles et financières pour la mise en œuvre des programmes et projets d'encadrement de proximité des femmes sur les sites miniers ;
- Diversifier les activités des femmes le long de la chaîne de valeur minière pour qu'elles puissent mieux se saisir des opportunités disponibles, y compris en matière de financement et d'accès au marché ;
- Organiser des rencontres d'information et des causeries éducatives sur les questions de la santé, de la reproduction, des MST, de la vie de famille, etc. ;
- Accompagner les femmes à trouver un compromis acceptable entre les activités minières et agricoles ;

- Sensibiliser les femmes et les hommes à une meilleure connaissance des droits de l'Homme en général et de l'Enfant en particulier, notamment les méfaits de leur présence sur les sites miniers.

Pour toutes ces recommandations, les services géologiques ont un rôle à jouer dans le plaidoyer auprès de leur Gouvernement pour le développement et la mise en œuvre des projets dédiés aux femmes dans la mine et dans la synergie d'action avec les ONG et les associations de droits de l'Homme actives sur le terrain.

26.2.7. Répertorier et discuter les avantages des méthodes géophysiques d'exploration pour un service géologique

Les discussions de groupe étaient balisées par une présentation faite par un expert sur l'exploration géophysique appliquée à l'artisanat minier. Partant du constat que les gisements de surface, généralement exploités par les artisans mineurs, sont en train de s'épuiser, il était question de voir dans quelle mesure la géophysique peut les aider à mieux identifier les minéralisations de subsurface. Sur la base des résultats acquis par le passé, les méthodes gravimétriques et magnétiques ont été identifiées comme les plus performantes.

Les nombreux avantages de ces méthodes concourent à réduire les coûts de recherche. En particulier, **la méthode gravimétrique** permet la cartographie géologique régionale, la détection des structures cachées, l'identification et la cartographie des anomalies ou des discontinuités en subsurface. **La méthode magnétique** permet la prospection de tous les types de gisements, mais l'évaluation de leurs potentialités économiques doit être complétée par d'autres techniques. Elle est aussi utilisée comme outil indirect à la cartographie géologique qui permet la localisation de structures géologiques favorables.

Il est évident que la mise en œuvre de ces méthodes exige une technicité et une expertise qui ne sont pas à la portée des artisans mineurs. De même, beaucoup de services géologiques ne disposent toujours ni du matériel adéquat, ni de l'expertise nécessaire à leur utilisation. Tenant compte de la place de l'artisanat minier dans l'économie des pays concernés et du rôle que la géophysique peut jouer dans la découverte de nouveaux gisements, les participants au groupe de travail ont proposé que la géophysique appliquée à l'exploration en général et à la mine artisanale en particulier, soit l'une des thématiques prioritaires de la formation PanAfGeo, en espérant que l'Union européenne continue à soutenir le projet. Une ébauche de programme d'une telle formation est proposée ci-dessous.

Théma-tique	Cours théorie	Application (TD et/ou TP)	Terrain
Carte géophy-sique de base	**Les différentes étapes de la réalisation d'une carte de géophysique (gravimétrie) de base**	Sur une carte gravimétrique réalisée : • Principe et application de la gravimétrie • Appareillage et méthodologie • Différentes corrections • Traitement et interprétation des données gravimétriques • Réalisation des cartes gravi-métriques (Bouguer, résiduelle, signal analytique, etc.) • Rapport de synthèse	Mission de terrain (cas d'une carte en cours) • Navigation (lecture de carte topographique et GPS) • Choix des bases gravimétriques et GPS • Établissement et compensation du réseau des bases • Lecture gravimétrique à chaque station • Levé topographie à chaque station (X, Y, Z) • Corrections de terrain proche, (compartiments B et C) • Dumping (transfert des données du gravimètre via PC)
Magné-tisme au sol	**Les différentes étapes de la ré-alisation d'une carte du champ magnétique**	Choisir un cas d'étude • Principe et application de la méthode magnétique • Appareillage et méthodologie • Différentes corrections • Traitement et interprétation des données magnétiques • Réalisation des cartes magné-tiques (champ total, réduction au pôle, résiduelle, signal analytique, etc.) • Rapport de synthèse	Mission de terrain : • Choix d'une base pour enregis-trements continus du champ total • Lecture du champ magnétique • Dumping (transfert des données du magnétomètre via PC)
Méthodes électriques	**Les différentes méthodes élec-triques utilisées en géophysique (SEV, trainée, tomographie, rectangle, etc.)**	Principe et application des méthodes • Appareillage et méthodologie • Différentes techniques et différents dispositifs • Traitement et interprétation des données • Réalisation des coupes, cartes d'isorésistivité et des sections 2D, • Rapport de synthèse	Mission de terrain : application de quelques techniques • SEV • Trainée • Tomographie • Rectangl

26.2.8. Quelle est l'expérience, les leçons apprises de votre pays, et le rôle que votre service géologique a joué dans le processus de traçabilité des pierres précieuses ?

Par traçabilité, on entend la capacité à reconstituer le parcours d'un produit depuis l'origine de la matière première jusqu'à la distribution du produit final (manufacturé) au consommateur. Le format des présentations de l'état de la mine artisanale dans chaque pays n'avait pas expressément prévu une section pour les questions de traçabilité des minéraux. Mais, un expert a édifié les participants sur cette problématique (pourquoi elle est importante et en quoi les services géologiques peuvent être utiles). L'objectif du travail de groupe était donc de partager les expériences des pays sur la question. Il est ainsi apparu que globalement, la traçabilité des minéraux est encore embryonnaire ou même inexistante dans les pays concernés, à l'exception de Madagascar et de la RDC où d'importants progrès ont été enregistrés. Dans ces deux pays, la traçabilité est mise en œuvre via des partenaires internationaux, même si des initiatives nationales équivalentes sont en train de voir le jour comme le Centre d'Expertise et d'Évaluation des Substances Précieuses et Semi-Précieuses (CEEC) en RDC.

Il est évident que les États gagneraient à mettre en place un système efficace de traçabilité, non seulement pour rassurer les consommateurs en bout de chaîne, mais aussi et surtout pour un meilleur contrôle de leur production et des revenus afférents. Par exemple au Cameroun, il existe une production d'or de 400 kg par an, mais 90 % sortent du pays illégalement ; au Gabon on estime que seuls 10 % de la production d'or et de diamant sont déclarés. Dans la plupart des pays le système est déclaratif, ce qui ne facilite pas un contrôle de la production. Plusieurs pays ont mis ou sont en train de mettre en place le Processus de Kimberley pour le diamant ; un mécanisme similaire est en gestation pour l'or dans d'autres pays (ex. Congo). Même sans certification en partenariat avec un organisme international, les pays mettent en place des mécanismes internes pour suivre autant que faire se peut, la production et la commercialisation. Dans le cas du Cameroun, l'obtention des documents nécessaires à opérer dans la filière impliquent quatre institutions (impôts, justice, ministère des mines, centre d'essai et d'analyse du ministère) ; les acheteurs sont astreints à l'obtention d'une carte de collecteur permettant d'opérer au niveau local ou à être propriétaire d'un bureau de commercialisation qui donne compétence sur tout le territoire ainsi qu'à l'habilitation à exporter le produit ; la vente du produit à l'étranger est conditionnée par l'obtention d'une autorisation d'exportation de produits miniers dont l'un des préalables est le rapport d'expertise délivré soit par le Centre d'Analyses et d'Essais du ministère, soit par tout autre organisme agréé, et qui atteste la provenance, la qualité et la nature de la substance.

Pour chaque pays, on a noté la volonté de procéder à un bon inventaire des ressources comme préalable à un système de traçabilité fiable. Des projets tels que le PRECASEM (Projet de Renforcement des Capacités dans le Secteur Minier) au

Cameroun, clôturé en 2022, est un exemple. Ensuite, il faudra maîtriser la chaîne de production et de commercialisation. Ceci ne peut être possible que si le secteur de la mine artisanale est bien régulé (formalisé) ; si les États développent : (1) des capacités internes pour lutter contre la corruption et les trafics illicites ; (2) des partenariats forts avec les clients internationaux ; (3) des politiques régionales, voire continentales, anti-trafic et pro-traçabilité ; (4) des laboratoires nationaux équipés et accrédités pour délivrer un certificat d'origine crédible et valable à l'international.

26.3. CONCLUSION

De l'ensemble des thématiques évoquées ci-dessus, on peut noter que dans la plupart des pays, les services géologiques font face à des défis similaires, même si les approches des solutions peuvent varier. Ce qui est constant, c'est que l'organisation (formalisation) de la mine artisanale repose essentiellement sur une bonne législation doublée d'un bon appui du gouvernement aux services géologiques afin qu'ils puissent, au-delà de leur mission régalienne de mise à disposition de l'information géologique et minière, suivre l'application de la législation sur le terrain et soutenir la communauté des artisans-mineurs par les actions de sensibilisation, d'encadrement et de formation.

Central north east Africa.indb 490 08.05.2023 13.11