

REPUBLIQUE DU CAMEROUN
Paix - Travail - Patrie

COOPERATION CAMEROUN -
BANQUE MONDIALE

MINISTRE DES MINES, DE
L'INDUSTRIE ET DU DEVELOPPEMENT
TECHNOLOGIQUE

PROJET DE RENFORCEMENT DES
CAPACITES DANS LE SECTEUR MINIER



REPUBLIC OF CAMEROON
Peace - Work - Fatherland

CAMEROON -
WORLD BANK COOPERATION

MINISTRY OF MINES, INDUSTRY
AND TECHNOLOGICAL
DEVELOPMENT

THE MINING SECTOR CAPACITY
BUILDING PROJECT



RÉALISATION D'UNE ENQUÊTE SUR L'UTILISATION DU MERCURE DANS LE SECTEUR DE LA MINE ARTISANALE ET LA PETITE MINE AU CAMEROUN



RAPPORT FINAL

Janvier 2019

REMERCIEMENTS

Plusieurs Institutions et personnes ressources ont participé à la réalisation de cette étude "Réalisation d'une Enquête sur l'Utilisation du Mercure dans le Secteur de la Mine Artisanale et la Petite Mine au Cameroun". Nous tenons à les remercier vivement pour leurs contributions.

Les Administrations suivantes : Ministère de l'Environnement, de la Protection de la Nature et Développement Durable (Direction des Normes et du Contrôle, Point focal de la Convention de Minamata, Sous-Direction des déchets et des Produits chimiques), Ministère des Mines, de l'Industrie et du Développement Technologique (Direction des Mines), Ministère de la Décentralisation et du Développement local, Ministère de l'Administration territoriale, Ministère de l'Économie, de la Planification et de l'Aménagement du territoire (Direction Nationale de la Douane), Ministère de la Santé publique, Observatoire National de la Santé Publique.

Le Cadre d'Appui et de Promotion de l'Artisanat Minier (CAPAM) a été le maillon essentiel dans la réalisation de cette enquête. Que ce soit au niveau de la Coordination Centrale ou des Brigades Minières, les moyens humains et logistiques ont été mis à disposition pour guider les équipes d'enquêteurs sur le terrain pour l'acquisition des informations les plus pertinentes, et pour faciliter les visites sur les lieux et le prélèvement des échantillons pour l'analyse du mercure.

Les Organisations Professionnelles et de la Société Civile dont AFEMIC et CREPD ont également contribué par l'apport d'informations essentielles relatives au mercure.

L'Équipe de COMETE International qui s'est chargée de la réalisation de cette enquête, est composée comme suit :



Enfin la reconnaissance de COMETE International va entière envers tous les responsables du PRECASEM qui ont facilité la conduite des travaux, mais aussi les artisans miniers, les opérateurs de la mécanisation, les collecteurs, les administrations locales (Préfet, Sous-préfets, Délégués départementaux), les communautés locales (maires), les chefs traditionnels, les collecteurs et les populations riveraines ayant accepté de répondre favorablement à cette enquête.

TABLE DES MATIERES

REMERCIEMENTS	II
TABLE DES MATIERES	III
ABRÉVIATIONS	X
RESUME EXECUTIF.....	XI
EXECUTIVE SUMMARY.....	XVI
1 PREAMBULE	1
1.1 Héritage géologique et gestion du patrimoine minier au Cameroun	1
1.2 Activité minière et développement durable au Cameroun	2
1.3 Termes de référence, méthodologie et déroulement de l'étude	3
2 CADRE INSTITUTIONNEL ET RÉGLEMENTAIRE	4
2.1 Conventions internationales	4
2.2 Contexte institutionnel et réglementaire relatif au mercure au Cameroun.....	5
3 ACTIVITÉS D'ORPAILLAGE AU CAMEROUN.....	8
3.1 Historique de l'artisanat minier et répartition régionale de l'orpaillage au mercure	8
3.2 Étapes clefs de l'exploitation artisanale de l'or au Cameroun.....	8
3.3 Activités d'orpaillage au mercure et conséquences environnementales et de santé	9
3.4 Production d'or au Cameroun.....	10
4 DÉLIMITATION DE LA ZONE D'ÉTUDE.....	11
4.1 Découpage administratif, zonage régional et extension de l'activité minière	11
4.2 Zones d'intervention	12
4.3 Méthodes et techniques d'exploration et d'exploitation de l'or.....	13
5 CONTEXTE MINIER.....	15
6 POPULATION, CULTURE ET ÉCONOMIE.....	20
6.1 Démographie.....	20
6.2 Facteurs influençant l'évolution démographique	21
6.3 Culture	21
6.4 Économie.....	22
7 MÉTHODES D'EXPLOITATION ET DE TRAITEMENT DU MINERAI AURIFÈRE.....	23
7.1 Typologie des minéralisations aurifères et paragenèses	23
7.2 Artisanat minier.....	25

7.3	Techniques et méthodes d'exploitation	26
7.4	Méthodes de traitement liés à l'ASM	27
7.5	État environnemental, sécuritaire et sanitaire lié à l'ASM	28
8	PRÉSENTATION DE L'ENQUÊTE	31
8.1	Fiches d'enquête	31
8.2	Matrices prélevées et analyses du mercure total	32
8.3	Plan d'échantillonnage et taille de l'échantillon	32
8.4	Organisation et déroulement de la collecte de données.....	36
9	RESULTATS DE L'ENQUETE.....	38
9.1	Structure, caractéristiques de la population, et degré de sensibilisation aux dangers du mercure	38
9.2	Population minière, provenance, structure, âge, genre, et revenus	44
9.3	Population riveraine : provenance, âge, genre, revenus	46
9.4	Alimentation des populations enquêtées et risque d'imprégnation au mercure.	46
9.5	Genre et orpaillage.....	46
9.6	Travail des enfants	47
10	QUESTIONNAIRES ET ENTRETIENS STRUCTURES.....	48
10.1	Administration des questionnaires	48
10.2	Problèmes rencontrés	48
10.3	Témoignages des populations minière et riveraine sur les symptômes d'imprégnation au mercure	49
11	DÉPOUILLEMENT DES QUESTIONNAIRES ET RESULTATS.....	50
11.1	Caractéristiques générales de la population étudiée	50
11.2	Analyse des caractéristiques de l'artisanat minier et orpaillage chez la population étudiée	52
11.3	Relation entre genre et utilisation de mercure.....	52
11.4	Relation entre zone d'orpaillage et utilisation de mercure	53
11.5	Degré d'imprégnation et perception du danger lié à l'usage du mercure.....	56
11.6	Situation sanitaire de la population	59
11.7	Organisation de la filière mercure dans l'orpaillage	61
12	PRÉLÈVEMENT DE MATRICES POUR ANALYSE DU MERCURE TOTAL ET RÉSULTATS	62
12.1	Investigations sur les eaux de surface.....	62

12.2	Investigation sur les poissons.....	71
12.3	Investigations sur les cheveux.....	76
13	PROPOSITION D'UN PLAN D'ACTION DE LUTTE CONTRE LES DANGERS DU MERCURE DANS LE SECTEUR DE LA MAPE	86
13.1	Objectifs généraux	86
13.2	Objectifs techniques.....	86
13.3	Objectifs institutionnels	89
13.4	Proposition d'un Plan d'Action.....	90
13.5	Renforcement des capacités et appui logistique	95
14	ÉLÈMENTS D'UN GUIDE DE SENSIBILISATION	114
15	CONCLUSIONS GÉNÉRALES.....	121
	REFERENCES CONSULTEES	124
	ANNEXES	127
	ANNEXE 1 : RAPPEL DES TDRS.....	128
	ANNEXE 2 : METHODOLOGIE.....	131
	ANNEXE 3 : DANGERS DU MERCURE ET CONVENTION DE MINAMATA	136
	ANNEXE 4 : CONTEXTE BIOPHYSIQUE DE L'ETUDE	141
	ANNEXE 5 : FICHES D'ENQUÊTE	151
	ANNEXE 6 : RÉSULTATS DES ANALYSES DES EAUX.....	152
	ANNEXE 7 : RESULTATS DES ANALYSES DE POISSONS	153
	ANNEXE 8 : RESULTATS DES ANALYSES DE CHEVEUX	154

LISTE DES FIGURES

Figure 1. Héritage géologique et minier du Cameroun issu de la fragmentation de la Pangée et formation de boucliers durant la phase de révolution Panafricaine.	1
Figure 2. Découpage administratif du Cameroun en Régions	11
Figure 3. Carte des substances précieuses et semi-précieuses, et des ressources minérales du Cameroun....	12
Figure 4. Carte de délimitation de la zone d'intervention à l'échelle de la Région et du Département et de l'Arrondissement.	13
Figure 5. Carte géologique simplifiée du Cameroun montrant les trois principaux domaines de la chaîne Panafricaine Nord-Equatoriale : (1) domaine Sud, (2) domaine central, (3) domaine Nord, TBF : faille de Tibati-Banyo, CCSZ : zone de décrochement du Cameroun Central, SF : Faille de la Sanaga, AF : Faille de l'Adamaoua, NT : Complexe du Ntem, DS : Séries du Dja, NS : Séries du Nyong.	15
Figure 6. Extrait de la carte géologique du Cameroun Sud montrant les terrains de Bétaré-Oya et de la vallée du Lom. Les affleurements dominants sont des méta-granites anciens pré, syn-à post-collisionnels (γ^1, γ^3), des migmatites (M^1, M^2), des gneiss en (jaune) des amphibolites (α) et des schistes variés (en vert) dans la vallée du Lom.	16
Figure 7. Extrait de la carte géologique du Cameroun Sud montrant les terrains du District aurifère de Batouri. Les terrains dominants sont toujours des méta-granites (γ^1), des migmatites (M^1, M^2), des gneiss et des schistes.	17
Figure 8. Carte synthétique montrant les affleurements de faciès magmatiques, le réseau tectonique, la distribution de veines de quartz aurifères, et la répartition des sites miniers dans le district du Batouri.	18
Figure 9. Esquisse géologique du Sud-Ouest du Cameroun (Région Akom II) d'après Maurizot et al. (1986). 19	
Figure 10. Profils représentatifs des puits pratiqués pour l'extraction de l'or (Sud et Centre). Les horizons sableux et graveleux contiennent des minéraux lourds (sphène, andalousite, grenats, hornblende, zircon) indicateur du remaniement de roches cristallines à l'origine aurifères.	19
Figure 11. Poids démographique des Régions du Cameroun en 2014.	20
Figure 12. Reportage photographique sur les corps et les roches minéralisés : 1.-Veine de quartz observée dans le district du Batouri (Yannah et al., 2015), 2 & 3 : aspects d'un monzo-granite et son microscopique entre nicols croisés : LPA (Akwinga, 2010).	23
Figure 13. Paragenèses des minéralisations des veines de quartz, observées en microscopie électronique : 1 & 3 : au Batouri Akwinga (2010) ; 2 : au Batouri (Yannah et al., 2015) ; 4 à 6 : morphologie des pépites et grains d'or dans les horizons graveleux à minéraux lourds à Akom II (Fuanya et al., 2014).	24
Figure 14. Outils de l'artisanat minier : pelle, batée, long tom, et autres.	25
Figure 15. Outils de l'artisanat semi – mécanisé : excavateur, unité de lavage, motopompe, groupe électrogène, et autres.	26
Figure 16. Exploitation d'un gisement éluvionnaire à Kana près de Béké dans l'arrondissement de Ketté	26
Figure 17. Exploitation d'un gisement alluvionnaire sur les flats de la rivière Kadey à Malewa	27
Figure 18. Navire-drague sur la rivière Lom à Bodomo Issa	27
Figure 19. Bac de rinçage dans une structure semi-mécanisée avec amalgamation de l'or par le mercure... 28	
Figure 20. A) Bac de lavage aménagé par les artisans ; B) or traité au mercure ; C) amalgame brûlé à l'air libre.	28
Figure 21. A) Lits de cours d'eau détournés ; B) Trous béants abandonnés ; C) Déversement d'hydrocarbures ; D) Eutrophisation d'une mare d'eau.	29
Figure 22. Matériel de fortune utilisé pour l'amalgamation de l'or au mercure.	29
Figure 23. A) Risque d'éboulement de terrain ; B) Défrichage et érosion des sols ; C) Inhalation de poussières lors du concassage ; D) Risques de chutes et de noyade.	30
Figure 24. Mme Wan dans son chantier à Nyabi par Batouri.	39
Figure 25. Lavage du "Nguere" dans un puits après le passage de la mécanisation.	41
Figure 26. Vue anarchique du Site d'exploitation d'Eséka village.	44

Figure 27. Équipe d'enquête à la fin d'une séance de travail avec le Chef de Canton de Bindiba par Garoua - Boulaï.....	48
Figure 28. Pyramide d'âge de la population étudiée.....	50
Figure 29. Pourcentages pondérés de la population par région.....	50
Figure 30. Répartition de la population selon l'activité.....	51
Figure 31. Répartition de la population par ethnie	52
Figure 32. Répartition de la population par religion	52
Figure 33. Répartition de l'utilisation du mercure selon le genre.....	53
Figure 34. Durée dans l'activité d'orpaillage, âge, et utilisation du mercure.....	54
Figure 35. Activité dans l'orpaillage et utilisation du mercure	55
Figure 36. Relation entre la répartition du genre et l'information sur les dangers du mercure et son utilisation.....	56
Figure 37. Relation entre les tranches d'âge et l'information sur les dangers du mercure.....	57
Figure 38. Relation entre zone d'orpaillage et perception des dangers du mercure.....	58
Figure 39. Variation de l'exposition au risque d'intoxication par tranche d'âge de la population.....	60
Figure 40. État de tremblote corporelle par tranche d'âge de la population.....	60
Figure 41. Bouteille en plastique remplie de mercure destiné à la vente.....	61
Figure 42. Localisation des sites de prélèvement des échantillons d'eau de surface par zone d'étude (Centre, Est, Sud et Adamaoua)/.....	64
Figure 43. Reportage photographique des différentes étapes de prélèvement standard des eaux de surface	66
Figure 44. Localisation des sites de prélèvement des poissons par zone d'étude (Centre, Est, Sud et Adamaoua).....	73
Figure 45. Présentation de quelques individus de poissons pêchés, montrant des blessures.....	74
Figure 46. Séances de prélèvement de cheveux	77
Figure 47. Genre et répartition des teneurs en mercure dans les cheveux.....	83
Figure 48. Concentration de mercure dans les cheveux selon l'activité dans l'artisanat minier.....	84
Figure 49. Concentration du mercure dans les cheveux selon la situation géographique du site d'artisanat minier	84
Figure 50. Répartition de la concentration du mercure dans les cheveux selon l'âge.....	85
Figure 51. Design d'un sluice. Extrait des Journées de L'Or 2014- CCI Guyane.....	118
Figure 52. Schéma de conception d'un jig.....	119
Figure 53. Schéma de conception et principe de fonctionnement d'une spirale.....	119
Figure 54. Schéma de conception et principe de fonctionnement d'un concentrateur.....	120
Figure 55. Principe de fonctionnement d'une table à secousses et séparation gravimétrique de l'or et des minéraux lourds.....	120
Figure 56. Variation des teneurs en mercure dans l'air en ng/L pour les 270 dernières années estimées à partir d'analyses du mercure dans des carottes de glace prélevées en 1991 et en 1998 aux USA (Krabbenhoft et Sunderland, 2013). Les teneurs en Hg dans l'atmosphère de 1993 à 2016 sont estimées dans ce travail sur la base de la valeur donnée pour 1993 et de la production minière mondiale annuelle de mercure vierge (USGS).....	136
Figure 57. Evaluation globale des rejets de mercure classés par catégorie de source. L'activité d'orpaillage de par le Monde apparaît comme le premier contributeur (37%) aux rejets de mercure sur la planète.....	137
Figure 58. Négociations et réunions du CNI: Décision CA/PNU: février 2009 à Nairobi (Kenya); Open Ended Working Group (OEWG): octobre 2009 (à Bangkok, Thaïlande) ; CNI-1: juin 2010 (à Stockholm); CNI-2: janvier 2011 (au Japon); CNI-3: octobre 2011 (à Nairobi); CNI-4: juin 2012 (en Uruguay); CNI-5: janvier 2013 (à Genève); CNI-6: novembre 2014 (à Bangkok); et CNI-7: mars 2016 (à Amman, Jordanie).....	139
Figure 59. Zones climatiques, spatialisation des précipitations et diagramme ombro-thermique de quelques stations météorologiques du Cameroun.....	141
Figure 60. Carte de la répartition des reliefs du Cameroun.....	142

<i>Figure 61. Zonage agro-écologique, types de sols et relation avec le climat et les variations régionales de pluviosité</i>	145
<i>Figure 62. Reconstruction des terrains du Gondwana et corrélations entre l'Afrique Centrale de l'Ouest et le Nord-Est du Brésil (d'après van Schmus et al., 2008). La ligne rouge marque la limite de partage des continents. NWC : domaine Nord-Ouest Camerounais ; AY : région de l'Adamaoua-Yadé , Y : Yaoundé et environs ; O : Chaîne plissée d'Oubaguide ; PEAL : domaine Pernambuco-Alagoas ; S : domaine de Sergipano .</i>	146
<i>Figure 63. Esquisse géologique du Cameroun d'après Vicat (1998), et situation géographique et géologique des départements d'étude</i>	147
<i>Figure 64. Esquisse d'un modèle de l'étape post-collisionne de la chaîne plissée Centre-Africaine et du Craton du Congo. Les mouvements convectifs de l'asthénosphère apportent un excès de chaleur à la croûte continentale inférieure qui génère des magmas granitiques calco-alcalins riches en K (d'après Toteu et al., 2004)</i>	148
<i>Figure 65. Ligne Volcanique du Cameroon, âges des volcans et principaux bassins sédimentaires (Fitton, 1987; Maurin and Guiraud, 1990; Marzoli et al., 2000; Moundi et al., 2007). Petits bassins : 1: Hama Koussou, 2: Figuil, 3: Mayo Oulo, 4: Lame</i>	150

TITRE DES TABLEAUX

<i>Tableau 1. Répartition administrative des zones d'étude</i>	13
<i>Tableau 2. Évolution de la population du Cameroun de 1976 à 2014</i>	20
<i>Tableau 3. Évolution de la population urbaine à l'horizon 2005-2010</i>	21
<i>Tableau 4. Effectifs de l'enquête selon les objectifs, les cibles et les régions d'étude</i>	33
<i>Tableau 5. Distribution des questionnaires en fonction des groupes à enquêter</i>	35
<i>Tableau 6. Relation entre zone, site d'orpaillage et utilisation du mercure</i>	53
<i>Tableau 7. Relation entre zone étudiée et durée des activités d'orpaillage</i>	54
<i>Tableau 8. Relation entre population mineure et orpaillage</i>	56
<i>Tableau 9. Niveau de perception des dangers du mercure par les différentes administrations</i>	58
<i>Tableau 10. Tests du Khi2 sur la mise en œuvre ou le non-respect de cette interdiction et la hiérarchie administrative</i>	59
<i>Tableau 11. Prévisions de prélèvement d'eau de surface et nombre d'échantillons effectivement prélevés pour chaque zone d'étude</i>	62
<i>Tableau 12. Coordonnées des sites et paramètres physico-chimiques mesurés lors des prélèvements des eaux de surface</i>	67
<i>Tableau 13. Norme d'analyse du mercure total dans les eaux souterraines</i>	68
<i>Tableau 14. Teneurs limites tolérées pour le mercure dans les eaux, pour différentes situations d'exposition. La teneur limite tolérée du méthyl-mercure dans l'eau de vie aquatique est aussi mentionnée</i>	69
<i>Tableau 15. Résultats des analyses des échantillons d'eaux de surface</i>	70
<i>Tableau 16. Quantité de poissons prélevée, et quantité prévue par région et par localité</i>	71
<i>Tableau 17. Norme d'analyse du mercure total dans les eaux souterraines</i>	74
<i>Tableau 18. Résultats des analyses du mercure total dans les des échantillons de poissons</i>	75
<i>Tableau 19. Statistiques descriptives détaillées des poissons analysés</i>	76
<i>Tableau 20. Prévisions de prélèvement de cheveux selon le rapport de lancement de l'étude</i>	77
<i>Tableau 21. Liste des dates prélèvements, préleveurs et caractéristiques des échantillons prélevés classés par localité</i>	78
<i>Tableau 22. Résultats d'analyse du mercure total dans les cheveux prélevés, activité des individus, leur genre et âge par localité</i>	80
<i>Tableau 23. Teneurs en mercure ($\mu\text{g/g}$) recommandées pour l'imprégnation d'une population non exposée, pour le risque d'atteinte chez l'adulte, et valeur limite d'imprégnation tolérée</i>	81

<i>Tableau 24. Distribution de la population en fonction des concentrations de mercure.....</i>	<i>82</i>
<i>Tableau 25. Statistiques descriptives détaillées de la population prélevée.....</i>	<i>83</i>
<i>Tableau 26. Tableau récapitulant les objectifs, activités du plan d'action, les responsabilités et le budget de mise en œuvre.</i>	<i>90</i>
<i>Tableau 27. Répartition des équipes d'enquêteurs dans les sites de la mine artisanale et/ou la petite mine dans les régions de l'Adamaoua et de l'Est.....</i>	<i>133</i>
<i>Tableau 28: Programme analytique.....</i>	<i>135</i>

ABRÉVIATIONS

µg	microgramme
ACGIH	American Conference of Governmental Industrial Hygienists
AEP	Eau d'Assainissement, Eau Potable
AFEMIC	Association des Femmes du Secteur Minier du Cameroun
ASM	Artisanat semi-mécanisé
BRGM	Bureau de Recherches Géologiques et Minières
BUCREP	Bureau Central de Recensement et des Etudes de Population
CAPAM	Cadre d'Appui et de Promotion de l'Artisanat Minier
CCE	Communauté Economique Européenne
CCME	Canadian Council of Ministries of the Environment
CREPD	Centre de Recherche et d'Education pour le Développement
EIES	Etude d'Impact Environnemental et Social
FCFA	Franc de la Communauté Française Africaine
g	gramme
Ga	Géga an
GEF (FEM)	Global Environment Fund (Fonds de l'Environnement Mondial)
GICAMINE	Groupes d'Initiatives Communes des Artisans Miniers.
Hg	Mercure (<i>Hydrargyrum</i>)
j	Jour
L	Litre
Ma	Million an
MAPE	Mine Artisanale et Petite Mine
MINEPDED	Ministère de l'Environnement, de la Protection de la Nature et Développement Durable.
MINMIDT	Ministère des Mines, de l'Industrie et du Développement Technologique
OIT	Organisation Internationale du Travail
OMS	Organisation Mondiale de la Santé
OMS	Organisation Mondiale de la Santé
ONG	Organisation Non-Gouvernementale
ONSP	Office National de la Santé Publique
PNUE	Programme des Nations Unies pour l'Environnement
POP	Produits organiques Persistants
PPTE	Pays Pauvres Très Endettés
PRECASEM	Projet de Renforcement des Capacités dans le Secteur Minier
PV	Procès-Verbal
RCA	République Centre-Africaine
TdRs	Termes de Référence

RESUME EXECUTIF

Cette enquête dédiée à l'utilisation du mercure dans le secteur de l'artisanat minier et la petite mine au Cameroun, et ses nuisances à l'environnement et à la santé, est élaborée par COMETE International pour le compte du Ministère des Mines, de l'Industrie et du Développement Technologique (MINMIDT) représenté par le PRECASEM.

Les travaux sur terrain ont été effectués du 29 juillet au 20 juin 2018, conformément à la méthodologie et au chronogramme de travail proposés dans le rapport de mise en œuvre, auparavant validés par le Maître de l'Ouvrage. L'enquête couvre huit (08) grands districts miniers choisis comme cas d'étude, relevant des Arrondissements (Batouri, Ketté, Ngoura, Bétaré-Oya, Garoua Boulai, Meiganga, Akom II et Eséka) où se pratiquent activement des activités d'orpaillage dans les Régions de l'Est, de l'Adamaoua, du Sud et du Centre.

Contexte biophysique, réglementaire et minier

Ce rapport présente le contexte biophysique des zones d'enquête, la typologie des corps minéralisés, les techniques et méthodes actuelles d'exploitation des minéralisations aurifères et leurs impacts potentiels sur l'environnement et sur la santé. Il s'avère que la minéralisation d'or disséminée dans des roches du socle Précambrien et associée à des veines de quartz avait longtemps été sujette à altération et concentration dans des placers, des éluvions et des alluvions plus récents.

L'exploitation de l'or par amalgamation s'effectue à ciel-ouvert, notamment sur les berges et terrasses mais aussi dans les lits des fleuves et des rivières. Malgré des moyens de protection rudimentaire utilisés par les exploitants, les rejets de mercure dans les produits de lavage, dans les déblais miniers et dans les déblais de la MAPE, génèrent des nuisances considérables pour l'environnement et pour la santé.

Le rapport d'enquête présente également le contexte institutionnel et juridique relatif au domaine minier et à l'utilisation du mercure, et établit le lien avec les exigences de la nouvelle Convention de Minamata qui viendra prochainement à ratification par le Cameroun.

Dans les localités étudiées à vocation essentiellement agricole, l'exploitation de l'or, s'est développée de manière fulgurante après 2010, comme la seconde source de revenus des ménages, des communautés, et même de l'État.

Néanmoins les méthodes d'exploitation artisanale et semi-mécanisée de l'or sans exploration minière préalable, se pratiquent à l'aide d'outils rudimentaires et des applications souvent inadaptées, faisant recours dans la plupart des cas à l'amalgamation au mercure. Pourtant cette pratique est sans équivoque interdite par la loi camerounaise.

Conséquences environnementales et sur la santé

L'observation de terrain montre que l'exploitation s'effectue de manière artisanale, sans études minière et essais d'optimisation préalable. Le décapage des sols et les travaux d'excavation des graviers aurifères sont anarchiques, dénaturent le paysage, dévient les cours d'eau, génèrent des déchets dangereux, et comportent les risques d'une pollution grave de l'environnement surtout en cas de déversement de déchets et d'eaux de lavage du minerai contenant du mercure dans les rivières et fleuves voisins. Les conséquences dommageables à l'environnement, sur les populations d'ouvriers miniers et riveraines en termes de santé et de sécurité doivent donc être évaluées avec précaution.

Le mercure introduit durant le lavage du concentré, qui permet l'amalgamation de l'or dans des bassins, est ensuite chauffé pour la récupération d'or spongieux. Durant ces opérations de lavage et de chauffage de l'amalgame, le mercure est manipulé par des ouvriers dont en grande majorité des femmes et des jeunes filles démunies de tout équipement de protection individuels.

Malgré l'encadrement de l'Etat, les activités de l'artisanat minier et de la petite mine se déroulent le plus souvent en marge de la réglementation en vigueur. De nombreux actes sont pris, mais leur application reste le maillon faible dans ce secteur d'activité, notamment l'Arrêté sur l'interdiction de l'utilisation du mercure et du cyanure pour extraire l'or du concentré.

Résultats de l'enquête administrative et sociale

L'enquête renseigne sur les profils sociodémographiques (genre, âge, région, provenance, structure, revenus, emploi, ethnie, religion) de la population étudiée, les caractéristiques de l'artisanat minier, la mécanisation et l'orpaillage, les relations entre chaque groupe étudié et l'utilisation du mercure, le niveau d'imprégnation et de perception du risque sanitaire lié au mercure par les artisans miniers et populations riveraines, les autorités administratives et municipales, les autorités traditionnelles, et les structures de santé.

Toutes les cibles (administrations ; structures de santé ; structures de mécanisation ; collecteurs ; populations de mineurs et riveraines) ont été rencontrées et enquêtées. Des échantillons d'eaux de surface, de poissons et des échantillons de cheveux humains prélevés chez des personnes volontaires, ont été analysés pour le mercure total.

Les principaux résultats du dépouillement et les conclusions de l'analyse statistique des données des questionnaires se résument comme suit :

- Les femmes artisanes sont de préférence chargées du lavage du minerai à la battée avec introduction du mercure manipulé à mains nues. De ce fait, elles apparaissent les plus exposées à l'imprégnation au mercure, par comparaison aux autres occupations dans la chaîne, et au genre masculin chargé de préférence du creusage ;
- Les Arrondissements de Bétaré-Oya et de Ngoura ont acquis la tradition quasi-généralisée de pratiquer l'amalgamation de l'or au mercure, par rapport à ceux d'Akom II où cette pratique demeure méconnue. Ceci provient du fait que la première introduction du mercure et la pratique d'amalgamation concomitante du début de mécanisation dans l'artisanat minier, ont commencé et se sont développées dans la zone de Bétaré-Oya ;
- Seuls les artisans orpailleurs les moins expérimentés (moins de 15 ans) utilisent le mercure dans leurs activités minières ;
- Le genre féminin est le moins informé des dangers du mercure sur la santé et sur l'environnement, par comparaison au genre masculin. De même, la population plus que quinquagenaire est la moins informée, par rapport à celle plus jeune ;
- Le degré d'éveil et de sensibilisation sur les dangers et les effets environnementaux pervers du mercure varie d'une zone étudiée à l'autre ;
- Les autorités administratives et traditionnelles ne sont à 50% pas informées de l'utilisation du mercure dans l'artisanat minier ;
- 2/5^{èmes} des autorités administratives seulement, ayant connaissance de l'Arrêté interdisant l'utilisation du mercure (et du cyanure) dans l'artisanat minier au Cameroun, sont essentiellement les chefs d'exécutif communal et les délégués

départementaux ; ceci entraîne le constat de mesures insuffisantes pour imposer le respect de cet Arrêté d'interdiction ;

- À peine 10% des collecteurs sont au courant des dangers liés à l'utilisation du mercure dans le traitement de l'or ; la plupart de ces collecteurs encouragent cet usage du mercure ;
- 2/3 des sociétés de mécanisation déclarent ignorer les dangers sanitaires et environnementaux liés au mercure dans leur exploitation. Seulement 8% de ces structures utilisent un dispositif de récupération des vapeurs du mercure.
- Neuf (09) cas d'intoxication au mercure ont été recensés dans les établissements de santé de la zone d'enquête en 2017. La moitié du personnel médical est avertie des dangers du mercure sur la santé ;
- Le mercure d'amalgamation au Cameroun provient de la Chine, de l'Afrique de l'Ouest et/ou d'autres pays de la sous-région d'Afrique Centrale. Les sociétés de mécanisation chinoises semblent l'introduire dans le pays, et être à l'origine de l'encouragement accru de son utilisation dans l'extraction de l'or et de sa distribution aux artisans locaux et aux collecteurs ;
- Le prix de vente local du mercure varie de 10.000 à 15.000 FCFA le contenu d'un bouchon de bouteille d'eau minérale et 1 200.000 à 1 500.000 FCFA le litre ; ce prix est pratiquement dix fois supérieur au prix courant de vente de ce métal sur le marché international.

Teneurs du mercure total, situation environnementale et imprégnation de la population

Un total de cinquante (50) échantillons d'eau, trente (30) échantillons de poissons et cinquante (50) échantillons de cheveux, a été prélevé dans les quatre régions d'étude. Les résultats d'analyse du mercure total complètent les informations acquises par voie de questionnaires.

Les teneurs en mercure des prélèvements d'eau de surface, sont inférieures à la limite de détection de l'appareillage (0,2 µg/L), teneur qui demeure inférieure aux plus faibles teneurs limites tolérées par le CCME (1 µg/L), l'OMS (6 µg/L) et la CEE (1 µg/L) pour le mercure dans l'eau potable. Les cours d'eau ayant fait l'objet de prélèvement dans les zones d'activité minière en période de crue, sont donc propres à la consommation humaine.

Sous une forte pluviosité et en présence d'un fort drainage les teneurs en métaux et en mercure en particulier, dans les eaux de surface peuvent subir une dilution. Ces faibles teneurs peuvent aussi être le résultat de l'action du CAPAM en cours de l'enquête de 2016, qui est destinée à sensibiliser les exploitants contre tous déversements d'eaux de lavage directement dans les cours d'eau.

Les teneurs de mercure total déterminées dans les poissons dépassent de loin la teneur limite tolérée par l'OMS (0,5 µg/g). Ces fortes teneurs peuvent s'expliquer par le fait que les échantillons ont été prélevés près des sites d'artisanat minier. Dès lors, les poissons traversant les boursiers provenant des lavages miniers peuvent se faire contaminer par le mercure en filtrant l'eau dans leurs branchies. Ceci rend également ces poissons (carpes et silures : prédateurs) impropres à la consommation. Ce résultat nécessite une vérification par une étude approfondie dédiée à l'eau et aux poissons pour prévenir la contamination de la population au mercure provenant de la consommation de produits de pêche dans les rivières et fleuves.

Les teneurs en mercure dans les cheveux varient de 0,08 à 108,32 ($\mu\text{g/g}$). Un seul dépassement (108,32 $\mu\text{g/g}$) de la valeur OMS de référence (10 $\mu\text{g/g}$) a été constaté.

Les résultats de la distribution de la population en fonction des concentrations de mercure mettent en évidence. 98% des individus (50) présentent des teneurs inférieures à la valeur seuil du risque recommandée par l'OMS (10 $\mu\text{g/g}$), et 2% de la population échantillonnée, soit un individu (une femme) seulement imprégné par le mercure, avec une teneur (108,32 $\mu\text{g/g}$) supérieure au seuil du risque de 10 $\mu\text{g/g}$. Il s'agit d'une femme employée d'une société de mécanisation à Colomine dans l'Arrondissement de Ngoura de la Région Est, dont l'activité est réservée au lavage du minerai au mercure.

Proposition d'un plan d'action de lutte contre les dangers du mercure dans le secteur de la MAPE

Les résultats de visite sur terrain d'enquête appuyés par des analyses du mercure permettent d'identifier et de proposer des actions pour l'ébauche d'un plan d'action national, qui peuvent constituer un prélude à l'élaboration d'une stratégie nationale de lutte contre le fléau mercure. Les objectifs de ce plan sont de trois types :

- ✓ Les objectifs généraux qui s'inscrivent dans effort national au moyen et long terme, pour éradiquer le mercure comme stipulé par la Convention de Minamata qui viendra prochainement à être ratifiée par le Cameroun ;
- ✓ Les objectifs techniques s'articulent autour du contrôle de la filière mercure, l'utilisation de cet élément dans le secteur de la MAPE, l'efficacité des mesures de son éradication, mais aussi à la gestion des déchets ménagers, banals (miniers) et dangereux entre autres les rejets solides ou liquides provenant du lavage du concentré et contenant du mercure, et la remise en état des lieux après extraction minière ;
- ✓ Les objectifs institutionnels ayant affaire à la gestion rationnelle des ressources minières qui doit être étendue à toutes les zones du présent projet, voire même à toutes les exploitations minières du pays. L'effort doit être conduit de manière solidaire entre tous les intervenants et de préférence par une instance nationale à créer. La stratégie d'exploitation des ressources minières doit être renforcée par l'imposition du respect strict des textes de lois en vigueur, et par la promulgation de nouveaux textes de lois qui devraient mieux encadrer l'activité du secteur de la MAPE dans ses deux phases d'exploration et d'exploitation sur obtention du droit de concession.

Mesures d'accompagnement

Ces mesures englobent les actions de renforcement des capacités, les programmes de sensibilisation des ouvriers de la MAPE et du public sur les dangers du mercure, et la divulgation de l'information.

▪ Renforcement des capacités

Des prescriptions concernant un programme de divulgation de l'information, de formation des cadres et de renforcement des capacités pour lutter contre les dangers du mercure sont également proposées. Ceci comprend :

- ✓ Le renforcement des capacités des laboratoires grâce à l'acquisition d'un équipement d'analyse directe du mercure.
- ✓ Formation dispensée par des spécialistes au profit du personnel des centres de santé. Ce programme de formation se subdivise en quatre modules couvrant les

propriétés physicochimiques et le métabolisme du mercure, les symptômes d'intoxication et le la prise en charge des patients, les maladies et les ravages causés par cet élément, son cycle de vie et son caractère bioaccumulatif.

- ✓ Ateliers de formation et de sensibilisation à l'intention du personnel municipal, des sociétés minières locales et des services centraux et décentralisés pour expliquer les dangers de l'utilisation du mercure et les moyens de le combattre.
- ✓ Etudes complémentaires sur la caractérisation de la contamination par le mercure dans les zones minières artisanales, dans l'eau et le poisson, dans les rejets miniers, ..., établissement d'un inventaire national des rejets de mercure au Cameroun pour se conformer aux exigences de la Convention de Minamata, et évaluation des risques pour la santé associés à cet élément, etc.

- **Prescriptions pour un guide de sensibilisation**

Ces prescriptions peuvent se résumer comme suit :

- ✓ Formation des enseignants et organisation d'ateliers de sensibilisation pour les élèves de la maternelle, du collège, du secondaire, des maisons de jeunes et des camps de vacances.
- ✓ Sensibiliser le public aux dangers du mercure par le biais d'ateliers de sensibilisation, d'ateliers de formation, d'affiches et de spots publicitaires, etc., et diffuser un guide de bonnes pratiques pour l'extraction artisanale de l'or.

- **Organisation et diffusion de l'information**

- ✓ À cet égard, le recrutement d'une agence de communication peut aider à préparer une stratégie de communication adéquate pour la lutte contre le mercure sur la base d'un kit de sensibilisation (affiches et dépliants, bannières adaptées pour centres de santé, lieux de culte, marchés et administrations publiques, etc.), et le choix de la stratégie de communication facilitant la mobilisation de plusieurs acteurs.
- ✓ Sensibilisation à la consultation volontaire de personnes imprégnées de mercure.
- ✓ Sensibilisation des femmes en âge de procréer et des jeunes enfants aux dangers du mercure.
- ✓ Développement du circuit de l'or équitable :

- **Vulgarisation de techniques alternatives d'exploitation de l'or sans mercure (Green Gold)**

Ces techniques peuvent inclure, entre autres, la battée, le sluice, le jig, le concentrateur, la table à secousses, la spirale, etc.

EXECUTIVE SUMMARY

This survey dedicated to the use of mercury in the artisanal and small mine sector in Cameroon and its impacts to the environment and human health, is elaborated by COMETE International on behalf of the Ministry of Mines, Industry and Technological Development (MINMIDT) represented by the PRECASEM.

The fieldwork took place from July 29 to June 20, 2018, based on the methodology and work schedule proposed in the implementation report of this survey, previously validated by the Client. The study area covers eight (08) major mining districts selected as the case studies within the Boroughs (Batouri, Ketté, Ngoura, Bétaré-Oya, Garoua Boulai, Meiganga, Akom II and Eséka) with current activities of gold panning in the East, Adamaoua, South and Center Regions.

Biophysical, mining and regulatory context

This report examines the biophysical setting of the survey zones, the typology of ore-bodies and mineralization, the current techniques and processing methods in gold mining and their potential impacts to the environment and human health. Crystalline rocks dating the Precambrian contain disseminated gold grains and polymetallic mineralization hosted in hydrothermal quartz veins. Alteration and weathering of these altered basement rocks have long contributed to gold concentration in placer, alluvial deposits and stream-sediments.

Mining quarries occupy the riverbanks and terraces but also riverbeds where miners extract gold amalgamated with metal mercury in washed concentrates. The total lack of protection means and therefore mercury releases into washing products and mineral cuttings generate considerable environmental and health nuisances.

The investigation report also presents the institutional and legal framework relating to the artisanal and small mine sector and the use of mercury, and examines the new provisions of the Minamata convention that relate to mercury management.

In the study zones that are essentially agricultural, the extraction of gold by amalgamation processes and subsequent mercury contamination, have developed considerably after 2010, and became the second source of income for households, communities, and even the state. However, the practice of artisanal and semi-mechanized mining methods for gold extraction without prior mining exploration, artisanal mining tools with often-unsuitable devices and applications, and mostly mercury amalgamation created local mercury hotspots and deeply damaged the environment; despite the fact that the mercury (and cyanide) use in mining operations is unequivocally prohibited by the Cameroonian law.

Environmental and health nuisances

Field survey shows that mine exploitation proceeds without mining studies and preliminary optimization tests. Soil stripping and excavation of gold-bearing gravels in unprotected quarries distort the landscape, divert streams, generate hazardous waste, and carry the risk of serious environmental pollution, especially in the event of a spill waste and wash water from mercury-bearing ore in nearby rivers and streams. Therefore, this situation needs the assessment of damaging impacts to the environment, to mining workers, and to neighboring populations in terms of health and safety.

Mercury introduced in basins during the washing stage of concentrate, allows the grain-gold amalgamation; whereas the latter is then heated for the recovery of spongy gold. Mostly girl and women workers handle these operations of washing and heating amalgam, without any personal protective equipment. Despite the State supervision, the activities of

artisanal mining and small mine take place most often in margin of the regulation in force. Important regulatory acts exist, but their application remains the weakest link in this sector of activity, including the Prohibition of the Use of Mercury and Cyanide to Extract Gold from Concentrate in Cameroon.

Results of the administrative and social inquiry

The inquiry provides information on the socio-demographic profiles (gender, age, region, native country or region, structure, income, employment, ethnicity, religion) of the studied population. Were also considered the characteristics of mining crafts, mechanization and gold mining, the relationships between each group studied and the use of mercury, the level of impregnation and perception of the health risk related to mercury by the mine workers and neighboring populations, and by the administrative municipal, and traditional authorities,

In total, the survey and meetings organized with all targets (administrations, health services, mechanization structures, collectors, mineworkers, and riverine population) enabled the administration of two hundred and sixty (260) questionnaires. Total mercury was also determined in samples surface water, river fish, and human hair taken from volunteers.

The main information and statistical analysis of the questionnaire data help conclude the following:

- Artisanal women workers are preferably in charge of the ore washing stage and gold panning with the introduction of mercury handled with bare hands. As a result, they tend to be the most exposed to mercury impregnation, compared to other occupations in the mining process, and to the masculine gender preferably in charge of digging.
- Mineworkers from the districts of Bétaré-Oya and Ngoura have acquired the quasi-generalized tradition of amalgamation of gold with mercury, compared to those from Akom II where this practice remains unknown. This may point to the fact that the first introduction of mercury and concomitant amalgamation practice since the beginning of mechanization in the mining craft, began and developed in the area of Bétaré-Oya.
- Only the less experienced mineworkers (under 15 years old) use mercury in their mining activities.
- The female gender is the least informed, and thus the least aware of the health and environmental hazards of mercury, compared to the male gender. Similarly, the more than 50-year-old population is the least informed, compared to the younger ones.
- The degree of awareness against hazards and adverse environmental nuisances of mercury varies from one area to another.
- Half (50 %) of the administrative and traditional authorities are unaware of the use of mercury in mining crafts.
- Forty percent (40%) of the administrative authorities only, having knowledge of the official Order prohibiting the use of mercury (and cyanide) in the mining industry in Cameroon, are essentially the chiefs of communal executive and the departmental delegates. This leads to the finding of insufficient measures to enforce

compliance with this Order concerning the prohibition of use of these toxic compounds.

- Just 10% of collectors declare to be aware of the dangers of using mercury in gold processing. In contrast, most of the collectors encourage its use.
- Sixty six percent (2/3) of the mechanization companies declare to ignore the health and environmental hazards related to mercury in their gold mining operations. Only 8% of these structures use devices for mercury vapor recovery when heating amalgam.
- Health facilities identified nine (09) cases of mercury poisoning in the survey area in 2017. Half of the medical staff are aware of the health hazards of mercury.
- Amalgamation mercury in Cameroon comes from China, West Africa and/or other countries in the Central African sub region. The mechanized Chinese companies seem to introduce this metal into the country, and to be at the origin of the increased encouragement of its use for gold extraction, and its distribution to local artisans and collectors.
- The local sales price of mercury varies from 10,000 to 15,000 FCFA the content of a cap of mineral water bottle, and 1,200,000 to 1,500,000 FCFA per liter; this price is almost ten times the current selling price of this metal on the international market.

Total mercury contents, environmental situation and individual impregnation.

Fifty (50) water, thirty (30) fish, and fifty (50) hair samples were collected from all the four areas of study. The analyses of total mercury in these samples add results to those data acquired through questionnaires. Mercury tenors in surface water samples are below the detection limit of the equipment (0.2 µg/L), which remains below the lowest tolerated content recommended by of CCME (1 µg/L), WHO (6 µg/L) and EEC (1 µg/L) for mercury in drinking water. Waters samples in streams during floods, within areas of mining activity, are therefore suitable for human consumption. Under heavy rainfall and strong drainage, metal and mercury contents undergo dilution, particularly in surface waters. These low amounts may also be the result of CAPAM's action during the 2016 survey, which is intended to sensitize operators against any spills of mine washing waters directly into watercourses.

The contents of total mercury in fish samples far exceed the limit value tolerated by WHO (0.5 µg/g), range from 1.29 to 16.80 µg/g Hg, and are up to 33 times higher than this standard. This may be contributed for by fish sampling near the mining craft sites. Therefore, fish passing through the sloughs from mining washes may be subject to mercury contamination when filtering the water in their gills. This also makes these fish (carp and catfish: predators) unfit for consumption. This result requires verification in a comprehensive study dedicated to water and fish to prevent the mercury impregnation of local population, due to the usual consumption of fishing products in rivers.

Mercury contents in the hair samples range from 0.08 to 108.32 (µg/g), with only one exceedance (108.32 µg/g) of the WHO reference value (10 µg/g).

The distribution of population as a function of mercury concentrations highlights 98% of individuals (50) have levels below the WHO recommended threshold value of risk (10µg/g), and 2% of this population, ie one individual (one woman) only is impregnated with mercury, with the higher level (108.32 µg/g) at the risk threshold of 10µg/g. This is a

woman employed by a mechanization company in Colomine in the Ngoura District (East Region), who is in charge of washing and amalgamating gold with mercury

Action plan to combat the mercury hazards

Results of this field survey supported by mercury analyzes, help identify and propose actions for drafting a national action plan, as the prelude to the development of a national strategy to fight against mercury hazards. The main objectives are of three types:

- ✓ The general objectives that are part of the national efforts in the medium and long term, to eradicate mercury as stipulated by the Minamata Convention that will soon be ratified by Cameroon.
- ✓ The technical objectives revolve around the control of mercury importation and sale, the use of this element in the gold mining sector, the effectiveness of measures of its eradication, but also the management of household, industrial (mining) and hazardous wastes including mercury bearing solid or liquid releases from concentrate washing and amalgamation stages, and reclamation after mining.
- ✓ The Institutional objectives related to the rational management of mineral resources that applies to each of all of the study areas, or even to all mining operations in the country.
- ✓ The effort needs solidarity between all stakeholders, and should preferably be performed by a national authority to be created. The strategy of mining resources must be reinforced by the imposition of the strict respect of the regulatory framework in force, and by the enactment of new texts of laws which should better frame the artisanal and small mine sector in its two major phases of activity, i.e. exploration and exploitation on obtaining the right of concession.

Accompanying measures

These measures include actions for capacity building, awareness programs for workers from the artisanal and small mine sector, and the public on mercury hazards, as well as information disclosure.

▪ Capacity building

Prescriptions of an information disclosure, executive training and capacity-building program to combat the mercury hazards are also proposed. This includes:

- ✓ Strengthening the capacity of laboratories through the acquisition of direct mercury analyzer equipment.
- ✓ Training provided by specialists for the benefit of health center staff. This training schedule subdivides into four modules that cover the physicochemical properties and metabolism of mercury, the symptoms of intoxication and patients support, the diseases and ravages caused by this element, its life cycle and its bioaccumulative nature.
- ✓ Training and awareness workshops for municipal staff, local mining companies, and central and decentralized services to explain the dangers of using mercury and the means of combating it.
- ✓ Further studies concerning the characterization of mercury contamination in artisanal mining areas, in water and fish, in mining discharges, ..., establishment of a national inventory of mercury releases in Cameroon to comply with the

requirements of the Minamata Convention, and the assessment of the health risks associated with this element, etc. ;

- **Prescriptions for an awareness guide**

These prescriptions can summarize as follows:

- ✓ Training of teachers and organization of sensitization workshops for kindergarten, college, high school, youth and holiday camp students.
- ✓ Raising public awareness against the dangers of mercury through workshops, training workshops, posters and advertising spots, etc., and disseminating a guide of good practices for the artisanal gold mining.
- **Organization and dissemination of information**
- ✓ In this respect, the recruitment of a communication agency can help prepare an adequate communication strategy for the fight against mercury based on an awareness kit (posters and leaflets, adapted banners for health centers, places of worship, markets and public administrations, etc.) and the choice of the communication strategy that facilitates the mobilization of several actors.
- ✓ Sensitization to the voluntary consultation of people impregnated by mercury.
- ✓ Awareness raising for women of childbearing age and young children against the dangers of mercury.
- ✓ Development of the fair gold circuit:
- **Popularization of alternative techniques for the exploitation of mercury-free gold (Green Gold)**

These techniques can include among others, panning, sluice, jig, concentrator, shake table, spiral, etc.

1 PREAMBULE

Le projet de "Réalisation d'une Enquête sur l'Utilisation du Mercure dans le Secteur de la Mine Artisanale et la Petite Mine au Cameroun" est réalisé par COMETE International pour le compte du PRESCAM (Projet de Renforcement des Capacités dans le Secteur Minier) relevant du Ministère des Mines, de l'Industrie et du Développement Technologique Camerounais. Elle fait suite à une étude environnementale et sociale stratégique du secteur minier au Cameroun (Cabinet Adam Smith International, 2016) et à une Mission de contrôle environnemental effectué par le CAPAM en 2016, dont l'objectif majeur est "d'amener les exploitants miniers au respect des normes environnementales en matière de préservation et de restauration de l'environnement pour un développement durable du secteur minier".

1.1 Héritage géologique et gestion du patrimoine minier au Cameroun

Le Cameroun, vaste pays de l'Ouest Africain, a hérité de la dérive des continents défendue par Alfred de Wegener en 1912, et aujourd'hui prouvée et généralisée pour toute la planète. Les continents d'abord regroupés en un bloc unique, "le Gondwana", au pôle Sud, à la fin du Protérozoïque, ont subi un cycle tectonique majeur (750 à 542 Ma) désigné "orogène Panafricain". Cette révolution géodynamique a été précédée et accompagnée de magmatisme, de dynamo-métamorphisme et de mise en place de minéralisations pneumatolytiques et hydrothermales très riches dans les blocs Africain (Bouclier Ouest Africain, dont le Cameroun ; Boucliers Angolais, Tanzanien et Rhodésien) et Latino-Américain (Bouclier Guyanais).

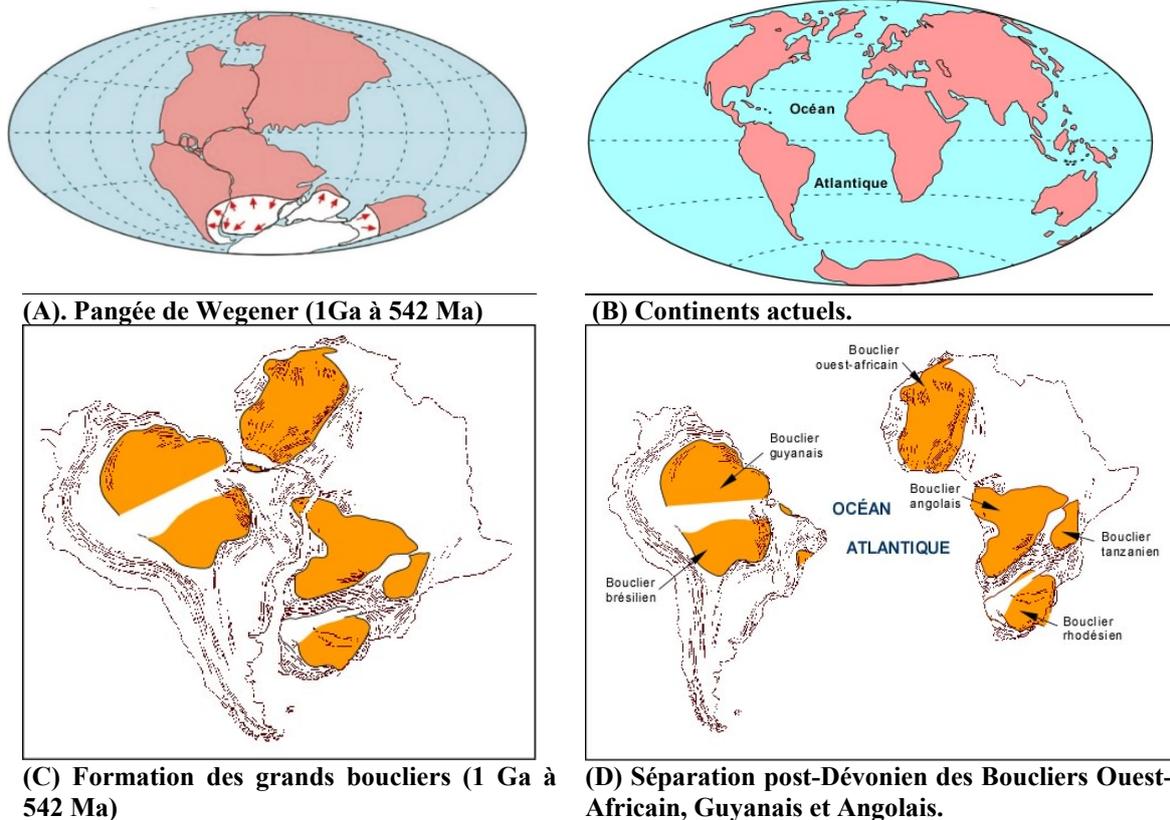


Figure 1. Héritage géologique et minier du Cameroun issu de la fragmentation de la Pangée et formation de boucliers durant la phase de révolution Panafricaine.

Le cycle dynamique suivant de 100 Ma environ (Cambrien à Dévonien), correspond à l'orogène Calédonien avec deux paroxysmes à l'Ordovicien moyen (phase Taconique) et au Dévonien moyen (phase Calédonienne ; *Caledonia* = ancien nom de l'Ecosse), il y a

environ 400 Ma, lorsque le Gondwana s'était progressivement fragmenté et les continents étaient parties en dérive pour aboutir aux plaques continentales et océans actuels.

Par concours de circonstances, les minéralisations associées au Boulier Ouest-Africain au Cameroun, ont été des plus épargnées jusqu'à une époque très récente. Ceci peut s'expliquer par le manque flagrant d'études géologiques et minières, et les difficultés d'accès liées aux contrastes de reliefs, à la couverture forestière, et au manque d'infrastructures. L'enclavement des zones minières et le manque d'un cadre réglementaire complet pour encourager l'investissement dans les domaines de l'exploration et de l'exploitation minière s'en suivent.

Des exploitations toujours fragmentaires de l'or ont eu lieu avant même les indépendances mais, pour débloquer cette situation, l'État Camerounais a promulgué la loi n°001 du 16 avril 2001 portant Code Minier, abrogeant les lois N° 64/LF/3 (1964) et N°78/(1978) relatives à l'exploration et à la valorisation des ressources minières. Ce nouveau code a permis une avancée nouvelle dans les domaines de l'organisation de l'artisanat minier, de la sauvegarde de l'environnement, et du progrès social. Le Cadre d'Appui et de Promotion de l'Artisanat Minier (CAPAM) a aussi été institué par l'Arrêté n° 064/PM du 25/7/2003 d'application de ce Code minier.

Suite au développement des activités, notamment dans l'extraction artisanale de l'or, la loi n°001 du 16 avril 2001, a été amendée par la loi n°2010/011 du 29 juillet 2010, Cette dernière a plus récemment été reconçue dans la loi n°2016/017 du 14 décembre 2016 portant nouveau Code minier. Il s'agit d'un texte en 242 Articles qui consacre les titres miniers, redéfinit la typologie des carrières, et lance les bases de la structure d'encadrement et de promotion de l'artisanat minier et les fonds de mise en œuvre de la politique minière nationale.

1.2 Activité minière et développement durable au Cameroun

La mission sur terrain du CAPAM en 2016 dans les premières zones enclavées de l'Est et de l'Adamaoua qui ont été exploitées en carrière, a couvert 130 sites de la MAPE, dans le but d'évaluer les conditions d'exploitation, les impacts potentiels sur l'environnement et sur la santé, et de sensibiliser les exploitants au respect des normes environnementales pour assurer un développement durable au secteur de la mine.

Les objectifs spécifiques de cette mission se résument comme suit :

- ✓ Établir l'état des lieux et identifier les problèmes environnementaux liés à l'activité minière dans ces régions ;
- ✓ Prélever et analyser des paramètres physiques et chimiques choisis, dans les sites visités ;
- ✓ Organiser des séances de sensibilisation de la population et des exploitants miniers ;
- ✓ Diffuser le guide de bonnes pratiques de gestion des sites d'exploitation minière artisanale peu mécanisée.

Les conclusions et recommandations majeures de cette mission menée en 2016 ont été dressées comme suit :

- ✓ L'activité minière qui se pratique à ciel ouvert est génératrice de nombreuses nuisances à l'environnement (eau, air, sol), et elle s'effectue dans 98% des cas, sans la moindre remise en état des lieux ;
- ✓ Les activités minières génèrent des déchets liquides, des déchets solides banals, et des déchets spéciaux abandonnés sur les lieux, dont des produits toxiques

d'hydrocarbures, et à mercure (voire même de cyanure calcique) utilisé dans la majorité des sites (75%) d'exploitation d'or, qui impactent l'environnement.

Les recommandations de cette mission menée en 2016 ont été comme suit :

Aux artisans miniers : de traiter les effluents avant tous rejets dans les cours d'eau, de mettre les déchets domestiques biodégradables et assimilés dans des décharges, de remettre en l'état les sites abandonnés après exploitation, et de respecter la réglementation en vigueur relatives à l'utilisation des substances chimiques toxiques et dangereuses, notamment le cyanure et le mercure.

Au MINEPDED : d'organiser des missions de suivi des recommandations formulées, notamment la remise en état des sites exploités, d'interdire l'utilisation des substances chimiques toxiques et dangereuses, et de sanctionner tous les contrevenants.

Au MINMIDT : de rendre accessibles les fonds de restauration des sites abandonnés, de contrôler le déroulement des opérations de remise en état des lieux, préalablement à tout octroi de nouvelles autorisations d'exploitation comme prescrit dans le Cahier des Charges Environnemental.

Au CAPAM : de travailler en étroite collaboration avec l'Administration en dénonçant les producteurs d'or amalgamé et l'abandon de site sans restauration, et de promouvoir l'utilisation de techniques alternatives d'exploitation propres, sans mercure.

Au Comité de Suivi des Activités Minières Artisanales peu Mécanisées : de prendre des dispositions afin que des analyses approfondies soient menées sur les eaux du Lom et de la Kadey.

1.3 Termes de référence, méthodologie et déroulement de l'étude

Pour alléger le texte de ce rapport, un rappel exhaustif des TdRs de cette enquête, le phasage de l'étude, l'Équipe responsable, les échéanciers des rendus, est porté en **Annexe 1**, et la méthodologie du travail validée par le Maître de l'ouvrage, en **Annexe 2**.

2 CADRE INSTITUTIONNEL ET RÉGLEMENTAIRE

2.1 Conventions internationales

Le mercure compte parmi les dix premiers produits chimiques les plus toxiques qui demeurent encore largement utilisés dans le domaine industriel et dans les produits de consommation. Pour pallier les dangers que présentent ces produits pour l'environnement et pour la santé de l'homme, plusieurs conventions internationales, parfois très contraignantes, ont été adoptées, dont la plus récente est la convention de Minamata qui est entrée en force le 16 Août 2017.

Cette convention a été adoptée en 2013, et signée par le Cameroun au 24 septembre 2014. C'est la cinquième convention internationale conclue pour la gestion des produits chimiques toxiques et de leurs déchets. Elle complète l'œuvre de gestion de ce type de déchets entreprise auparavant par quatre autres conventions. Celles-ci sont :

- ✓ la Convention de Bâle (1989) régissant "le contrôle des mouvements transfrontaliers de déchets dangereux et leur élimination",
- ✓ la Convention de Rotterdam (1998) portant "la procédure de consentement préalable et en connaissance de cause applicable aux produits chimiques et pesticides reconnus dangereux" qui peuvent faire localement objet d'utilisation et de commerce international,
- ✓ la Convention de Bamako (1998) sur l'interdiction d'importer en Afrique des déchets dangereux et sur le contrôle des mouvements transfrontières et la gestion des déchets dangereux produits en Afrique,
- ✓ et la Convention de Stockholm (2001) pour "la lutte contre les polluants organiques persistants".

Le Cameroun est partie à ces quatre dernières conventions internationales, et signataire de la Convention récente de Minamata.

L'un des objectifs globaux de la présente étude est de renforcer les travaux de ratification de cette convention par le Cameroun en fournissant les informations nécessaires concernant l'utilisation passée et actuelle du mercure dans le secteur précis d'orpaillage. Il s'agit également d'évaluer les impacts perceptibles de cet élément sur l'environnement et sur la santé dans des Régions, Arrondissements et Départements choisis comme cas d'étude.

Le projet comporte un ensemble d'actions visant à évaluer l'utilisation du mercure pour l'orpaillage dans le secteur de la mine artisanale et la petite mine au Cameroun. Il s'agit notamment :

- ✓ de déterminer les teneurs en mercure total dans les eaux, dans la chair de poissons, et dans des prélèvements de cheveux humains ;
- ✓ d'évaluer le degré d'imprégnation potentielle des ouvriers de la MAPE et de la population riveraine dans les zones où se pratique l'orpaillage au Cameroun ;
- ✓ de proposer un plan d'action de lutte contre les dangers de cet élément dans le secteur de la MAPE.

Ceci implique l'analyse du cadre naturel et environnemental, la caractérisation de la contamination de différentes matrices par le mercure, l'évaluation des nuisances de cet élément pour l'environnement et pour la santé, et la sensibilisation du public aux dangers liés à l'usage de ce métal dans les activités d'orpaillage.

La réussite de ces actions est également recherchée pour consolider les préparatifs nécessaires à la ratification de la Convention de Minamata afin que le Cameroun puisse honorer ses engagements vis-à-vis des instances internationales.

De plus amples renseignements sur les dangers du mercure et sur la Convention de Minamata, sont portés en **Annexe 3**.

2.2 Contexte institutionnel et réglementaire relatif au mercure au Cameroun

Le Cameroun s'est déjà doté d'un arsenal juridique solide, concernant les déchets dangereux, où le mercure et ses déchets sont classés parmi cette catégorie de déchets et de produits chimiques dangereux. Les principales réglementations qui s'appliquent en la matière sont les suivantes :

Conventions

- Le Cameroun est partie aux conventions de Bâle, de Bamako, de Rotterdam et de Stockholm relatives aux substances dangereuses, entre autres le mercure, leur usage, leur commercialisation, et leurs échanges transfrontières ; il est aussi signataire de la nouvelle convention de Minamata.

Lois

- Loi n° 89/027 du 29 décembre 1989 portant sur les déchets toxiques et dangereux ;
- Loi n° 94/01 du 20 janvier 1994 portant régime des forêts, de la faune et de la pêche ;
- Loi n° 96-12 du 05 Août 1996 portant loi-cadre relative à la gestion de l'environnement, notamment le Chapitre IV-section III relatifs aux substances chimiques nocives et/ou dangereuses ; cette loi aborde la question sous l'angle de la protection de l'environnement (eau, air, sol) ;
- La loi n°98-005 du 14 avril 1998 portant régime de l'eau et dont le texte de référence fait de l'eau un bien du patrimoine commun de la Nation dont l'État assure la protection et la gestion et en facilite l'accès à tous ;
- Loi n° 98/015 du 14 juillet 1998 relative aux Établissements classés dangereux, insalubres ou incommodes ;
- Loi n°001 du 16 avril 2001 portant Code Minier, abrogeant les lois N° 64/LF/3 du 6 avril 1964 et N°78/24 du 29 décembre 1978 ;
- Loi n°2010/011 du 29 juillet 2010 portant amendement de la loi n°001 du 16 avril 2001 ;
- Loi n°2016/017 du 14 décembre 2016 portant Code minier ;

Décrets

- Décret n°2001/162/PM du 08 mai 2001 fixant les modalités de désignation des agents assermentés pour la surveillance et le contrôle de la qualité des eaux ;
- Le décret n°2001/161/PM du 08 mai 2001 fixant les attributions, l'organisation et le fonctionnement du Comité National de l'Eau. Le Comité national de l'eau qui a un caractère interministériel a pour objectif d'étudier et de proposer au Gouvernement toutes mesures ou actions tentant à assurer la conservation, la protection et l'utilisation durables de l'eau et d'émettre un avis sur les questions ou problèmes relatifs à l'eau dont il est saisi par le Gouvernement ;
- Décret n°2001/165/PM du 08 mai 2001 précisant les modalités de protection des eaux de surfaces et des eaux souterraines contre la pollution.
- Décret N° 2002/648/PM du 26 mars 2002 fixant les modalités d'application de la loi N° 001 du 16 avril 2001 portant code minier ;

- Décret n°2011/2581/PM du 23 août 2011 portant réglementation des substances chimiques, nocives et/ou dangereuses, citant explicitement divers composés inorganiques et organiques du mercure comme substances nocives et/ou dangereuses ;
- Décret n°2011/2582/PM du 23 août 2011 fixant les modalités de protection de l'atmosphère ;
- Décret n°2011/2583/PM du 23 août 2011 portant réglementation des nuisances sonores et olfactives ;
- Décret n°2011/2584/PM du 23 août 2011 fixant les modalités de protection des sols et des sous-sols ;
- Décret 2011/2585/PM du 20 Août 2011 fixant la liste des substances nocives ou dangereuses et le régime de leur rejet dans les eaux continentales ; l'article 4 (Chapitre II) de ce décret stipule que « *la liste des substances énumérée ci-dessus (à l'article 3) peut être complétée en tant que de besoin par arrêté du ministre chargé de l'environnement pour se conformer aux conventions internationales sur l'environnement* » ;
- Décret No 2013/0171/PM du 14 février 2013 fixant les modalités de réalisation des études d'impact environnemental et social ;
- Décret N°2013/0172/PM du 14 février 2013 fixant les modalités de réalisation de l'audit environnemental et social ;

Arrêtés

- Arrêté N°000592/MINMIDT/SG/DAJ/CR du 01 juillet 2016 portant interdiction des activités minières dans les lits des fleuves, de leurs affluents et de leurs plaines inondables ;
- Arrêté N° 00002/MINEPDED du 08 février 2016 définissant le canevas type des termes de référence et le contenu de la notice d'impact environnemental ;
- Arrêté N° 00001/MINEPDED du 08 février 2016 fixant les différentes catégories d'opérations dont la réalisation est soumise à une évaluation environnementale stratégique ou à une étude d'impact environnemental et social ;
- Arrêté AR n° 000554/MINMIDT/SG/DAJ/CR du 16 juin 2016 portant Interdiction de l'utilisation du mercure, du cyanure et des produits toxiques dans les activités minières.

Décision

- Décision N°001843/MINMIDT/CAB/SG/DAJ du 29 avril 2015 réglementant le contrôle, le prélèvement et le suivi de la production des sociétés engagées dans l'exploitation artisanale peu mécanisée.

Remarques importantes

Comme mentionné précédemment, l'activité minière au Cameroun est gérée par un cadre législatif et réglementaire relativement complet. Suite de la crise économique qui a frappé le Cameroun de 1986 à 1994, La loi n°001 du 16 avril 2001 portant Code Minier a été promulguée, abrogeant les lois N° 64/LF/3 du 6 avril 1964 et N°78/24 du 29 décembre 1978. Ce nouveau Code minier est beaucoup plus détaillé, statuant sur des domaines nouveaux (convention minière, artisanat minier, environnement), avec des avancées significatives sur des secteurs très divers comme le respect de l'environnement et la reconnaissance du statut d'artisan minier.

Avec la création du Cadre d'Appui et de Promotion de l'Artisanat Minier (CAPAM) par Arrêté n° 064/PM du 25/7/2003, le secteur minier a connu une évolution significative,

notamment suite à l'amendement de la loi n°001 du 16 avril 2001 par la loi n°2010/011 du 29 juillet 2010. Cet amendement visait l'arrimage des activités minières telles que pratiquée sur le terrain à la réglementation.

Les modalités d'application de la loi n°001 du 16 avril 2001 et de son amendement (loi n°2010/011 du 29 juillet 2010) sont énoncées dans les décrets n°2002/648/PM du 26 mars 2002, n°2014/1882/PM du 04 juillet 2014, et n°2014/2349/PM du 01 août 2014.

Plus récemment, la loi n°2016/017 du 14 décembre 2016 portant Code minier, a été promulguée. C'est un texte qui comporte 242 Articles consacre de nouveaux titres miniers, redéfinit la typologie des carrières, et lance les bases de la structure d'encadrement et de promotion de l'artisanat minier et les fonds de mise en œuvre de la politique minière nationale. Il met aussi sur pied des nouvelles dispositions fiscales ; etc. Le texte d'application de ce nouveau Code miner reste néanmoins encore attendu.

Notons que les activités minières demeurent astreintes au respect des dispositions de :

- la loi n° 96/12 du 5 août 1996 portant loi cadre relative à la gestion de l'environnement et l'Arrêté n°0002/MINEPDED du 08 Février 2016 définissant le canevas type des termes de référence et le contenu de la Notice d'impact environnement ;
- l'ordonnance n° 74/2 du 6 juillet 1974 fixant le régime domanial.

À partir de 2001, les lois et les décrets régissant les activités minières au Cameroun, mettent l'accent sur les principales préoccupations environnementales suivantes :

- ✓ prévention des géo-risques et géo-catastrophes ;
- ✓ prévention ou minimisation de tous déversements dans la nature ;
- ✓ protection de la faune et de la flore ;
- ✓ promotion ou le maintien de la bonne santé générale de la population ;
- ✓ disposition des déchets non recyclés d'une façon adéquate pour l'environnement ;
- ✓ gestion des déchets conformément à la législation et à la réglementation en vigueur.

Le cadre légal national s'étant déjà prononcé sur l'utilisation des produits chimiques dangereux (notamment cyanure et mercure) dans les activités minières, il est donc clair de faire de même au regard des conventions internationales dont le Cameroun est partie ou signataire.

3 ACTIVITÉS D'ORPAILLAGE AU CAMEROUN

3.1 Historique de l'artisanat minier et répartition régionale de l'orpaillage au mercure

L'exploitation minière de l'or au Cameroun n'a jamais fait l'objet d'une activité industrielle. L'artisanat minier a commencé en 1933 avec la cassitérite (minerai d'étain) de Mayo Darlé (Gweth, 2001). Celui de l'or a débuté en 1934 et s'est poursuivi jusqu'à nos jours. Des essais de mécanisation ont été tentés par moment notamment en 1944 et en 1957 avec l'amalgamation au mercure de 1955 à 1957 au lieu-dit «Trou du Rat» à Colomine. D'après le Cadre d'Appui et de Promotion de l'Artisanat Minier (CAPAM), cinq Régions sont sujettes à l'exploitation artisanale de l'or :

- Région de l'Est, notamment les localités de : Bindiba ; Bétaré-Oya ; Colomine ; Béké ; Kambélé ; Kentzou ; Ndélélé et Yokadouma ;
- Région de l'Adamaoua, principalement les localités de : Tignère, Meiganga et Mbé.
- Région du Nord, spécialement les sites de : Poli ; Rey Bouba et Tcholliré
- Région du Sud notamment les localités de : Bipindi ; Mintom ; Akom II ; Sangmelima ; Biwoung Bulu ; Ebolowa ; Ambam ; Mvangane et Djoum.
- Région du Centre, suite à la découverte du site d'Eseka en Juillet-Août 2017.

De toutes ces régions, ce sont celles de l'Est et de l'Adamaoua approchées dans cette enquête qui ont été et qui demeurent pionnières de l'artisanat minier et de la petite mine d'or.

Il n'est pas aisé de se prononcer sur les instruments législatifs et réglementaires qui avaient régi les activités minières avant 1964. Un cadre législatif et réglementaire a depuis été adopté à partir du 6 avril 1964, qui a connu régulièrement des évolutions. Les pratiques et les techniques utilisées dans l'orpaillage ont également connu des évolutions. En effet, depuis plus d'une décennie, l'artisanat minier peu mécanisé (ou semi-mécanisé) a lui aussi connu des évolutions. L'utilisation des produits chimiques (mercure et cyanure notamment) est interdit ; cependant l'application non autorisée de ce poison (Hg) continue depuis environ une dizaine d'années suite à la pratique de dragage des fonds de fleuves, en particulier le Lom et la Kadey dans l'Est.

3.2 Étapes clefs de l'exploitation artisanale de l'or au Cameroun

1934-1944 : Exploitation artisanale au sens strict, focalisée principalement sur les gîtes alluvionnaire (placer).

1944-2001 : Exploitation artisanale au sens strict centrée sur l'alluvionnaire (placer), l'éluvion, et introduction de l'exploitation des filons aurifères primaires (protores de minéralisation). Mécanisation avec usage de broyeurs amalgameurs et de tables d'amalgamation en escaliers à Colomine, au lieu-dit «Trou du Rat».

2001-2006 : La société Sud-Coréenne AFKO Mining s'est lancée dans l'exploitation mécanisée de l'or alluvionnaire sur la base d'un simple permis de recherche dans la zone de Bétaré-Oya. Elle fût alors suspendue pour cause de pratique illégale, et le titre minier fût accordé à la société C&K Mining.

2006-2007 : La société C&K Mining devient le partenaire technico-financier des Groupes d'Initiatives Communes des Artisans Miniers (GICAMINES) de Bétaré-Oya. Elle fût chargée d'engager l'opération de sauvetage d'une réserve exploitable estimée à 4 tonnes d'or avant la mise en eau du barrage réservoir de Lom-Pangar. La zone d'exploitation correspond à la partie d'ennoiement permanent du bassin-versant du fleuve Lom dès la fin des travaux de ce barrage. Cette opération est mécanisée avec introduction d'équipements

(pelles excavatrices, tables de lavage Trommel, table vibrantes, motopompes puissantes, etc.). Cette exploitation d'or est sans mercure.

2008-2018 : En plus de la société C&K Mining, une véritable ruée vers l'or de Bétaré-Oya, a conduit à l'attribution de titres miniers et l'installation d'une multitude d'autres sociétés d'exploitation mécanisée de l'or alluvionnaire dans le bassin-versant du Lom.

Avec l'appui et l'encadrement du CAPAM, l'exploitation mécanisée de l'or alluvionnaire s'est depuis étendue bien au-delà de la zone d'enneigement permanent du bassin-versant du Lom, dans l'arrondissement de Bétaré-Oya, et même dans la Région de l'Est pour conduire à une "opération d'exploitation artisanale peu mécanisée" quasi-omniprésente.

Entre 2007 et 2009, les opérations de sauvetage et d'exploitation artisanale peu mécanisée se pratiquent sur les flats (alluvions récentes et terrasses) des cours d'eau où la taille des grains d'or est assez grande.

À partir de 2010, les opérateurs décident de produire l'or des fonds des fleuves notamment le Lom et la Kadey en draguant les fonds de ces cours d'eau. Il s'avère que l'or des fonds des cours est très fin avec des taux de récupération très faibles. Pour optimiser les taux de récupération, les opérateurs introduisent le mercure. Au fur et à mesure que le temps passe les artisans miniers font de l'amalgamation la technique incontournable dans l'extraction de l'or. L'utilisation du mercure prend alors de plus en plus d'ampleur avec la raréfaction de l'or alluvionnaire (grain moyen à grossier) au profit de l'or primaire dont l'extraction nécessite un broyage à maille très fine. En broyant finement les filons aurifères, l'or qui s'y trouve devient fin au point où il devient 'nécessaire' d'utiliser le mercure pour espérer récupérer une quantité satisfaisante. Si rien n'est fait, l'utilisation du mercure se généralisera dans l'extraction de l'or avec tout ce que cela comporte comme dégâts.

3.3 Activités d'orpillage au mercure et conséquences environnementales et de santé

De par le Monde, le secteur de la Mine Artisanale et à Petite Echelle (MAPE) est un producteur majeur d'or et le plus grand pourvoyeur d'emploi. Il représente environ 15% de l'offre mondiale d'or (environ 400 tonnes) et 90% de la main d'œuvre minière (PNUE, 2012). Le nombre de mineurs estimé est d'environ 10 à 15 millions de personnes réparties dans 70 pays, dont approximativement 3 millions de femmes et d'enfants.

Au Cameroun, le nombre de personnes tirant l'essentiel de leurs revenus de l'exploitation artisanale notamment de l'or et de diamant, est évalué à 15.000, à l'Est, au Sud et au Nord du pays. Par contre, il n'existe aucune exploitation minière industrielle, malgré la signature de quelques conventions minières entre l'État et des entreprises minières.

Depuis les années 2010, s'est développé une activité mécanisée, faisant appel à des équipements conséquents (excavateurs, tables de lavage, etc.), qui exploitait les vides de l'environnement légal et institutionnel. Le décret d'août 2014 a créé un cadre fiscal 'propre' à ce type d'exploitation mécanisée et a également permis des partenariats avec des détenteurs des permis de recherche. Le développement de cette activité mécanisée n'est pas sans conséquence sur la situation sociale et sanitaire des artisans miniers ainsi que sur l'environnement.

Notons que le secteur de la MAPE est aussi le plus grand consommateur de mercure au monde. À l'échelle mondiale, la quantité de mercure utilisée par les orpailleurs est estimée à 1400 tonnes pour la seule année 2011 (www.mercurywatch.org). La MAPE constitue par conséquent la plus grande source de pollution par le mercure au monde (37 %) après la combustion au charbon.

- Dans la pratique, l'or du minerai est extrait par amalgamation, avec un mélange en parties approximativement égales d'or et mercure dans l'amalgame définitif traité. Cet amalgame est ensuite chauffé pour expulser le mercure par évaporation, et recueillir de l'or spongieux ;
- Autour des lieux d'amalgamation, la teneur de l'air en mercure dépasse souvent la teneur limite admissible, fixée par l'OMS pour l'exposition de la population à cet élément dangereux. Les populations riveraines des exploitations, comme les ouvriers miniers, sont également exposées aux vapeurs de mercure. Ce métal constitue une neurotoxine particulièrement nuisible au développement du fœtus et aux enfants de bas âge. Le mercure relâché dans l'environnement peut se déplacer sur de grandes distances et générer une contamination globale des écosystèmes, des poissons, des oiseaux et des mammifères, et de toute la chaîne alimentaire.
- Une enquête menée sur l'imprégnation de la population de Sinnamaty par le mercure en Guyane a montré l'existence d'un lien fort entre la consommation des poissons des fleuves siège d'exploitation minière, et la concentration élevée de mercure dans les cheveux des populations concernées.

Aucune étude complète ne s'est intéressée à l'utilisation du mercure dans l'artisanat minier au Cameroun. Des informations fragmentaires proviennent de sources d'information indirectes et d'analyse de prélèvements d'eaux des régions minières qui montrent la présence du mercure. Si des quantités importantes de ce poison sont utilisées dans le secteur de la MAPE, le risque d'impact du mercure sur l'environnement et sur la santé doit obligatoirement être prévenu.

Il est donc important qu'une démarche proactive soit initiée afin d'anticiper sur les conséquences possibles de l'utilisation du mercure dans l'orpaillage, sur la qualité de vie des populations résidant dans les localités minières dans la zone d'étude.

3.4 Production d'or au Cameroun

La production totale d'or est importante à connaître. Sachant que l'amalgamation de 1 Kg d'or nécessite au moins une quantité équivalente en mercure, ceci permet d'estimer la quantité totale de mercure utilisée pour l'amalgamation et qui peut être livrée à l'environnement, à une quantité au moins équivalente à celle de l'or total extrait au fil des années.

D'après la Direction des Mines, 600 Kg d'or au total ont été extraits au Cameroun jusqu'en 2018, par voie de mine artisanale et de petite mine. Dans la région d'étude, douze (12) exploitations semi-mécanisées ont été visitées. La production mensuelle en or de ces exploitations varie de 50 g à 90 g d'or, à un prix de vente d'un gramme d'or éluvionnaire fluctuant de 13.000 à 14.000 FCFA.

4 DÉLIMITATION DE LA ZONE D'ÉTUDE

4.1 Découpage administratif, zonage régional et extension de l'activité minière

Le Cameroun est un pays d'Afrique Centrale, d'une superficie de 475 650 km². Il est situé au fond du Golfe de Guinée, légèrement au-dessus de l'équateur, entre les lignes de latitude 2° et 13° Nord et les lignes de longitude 9° et 16° Est. 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.

En 2008, le Président de la République du Cameroun a signé un décret qui aboli l'appellation "Provinces", et qui subdivise le territoire Camerounais en plusieurs "Régions".

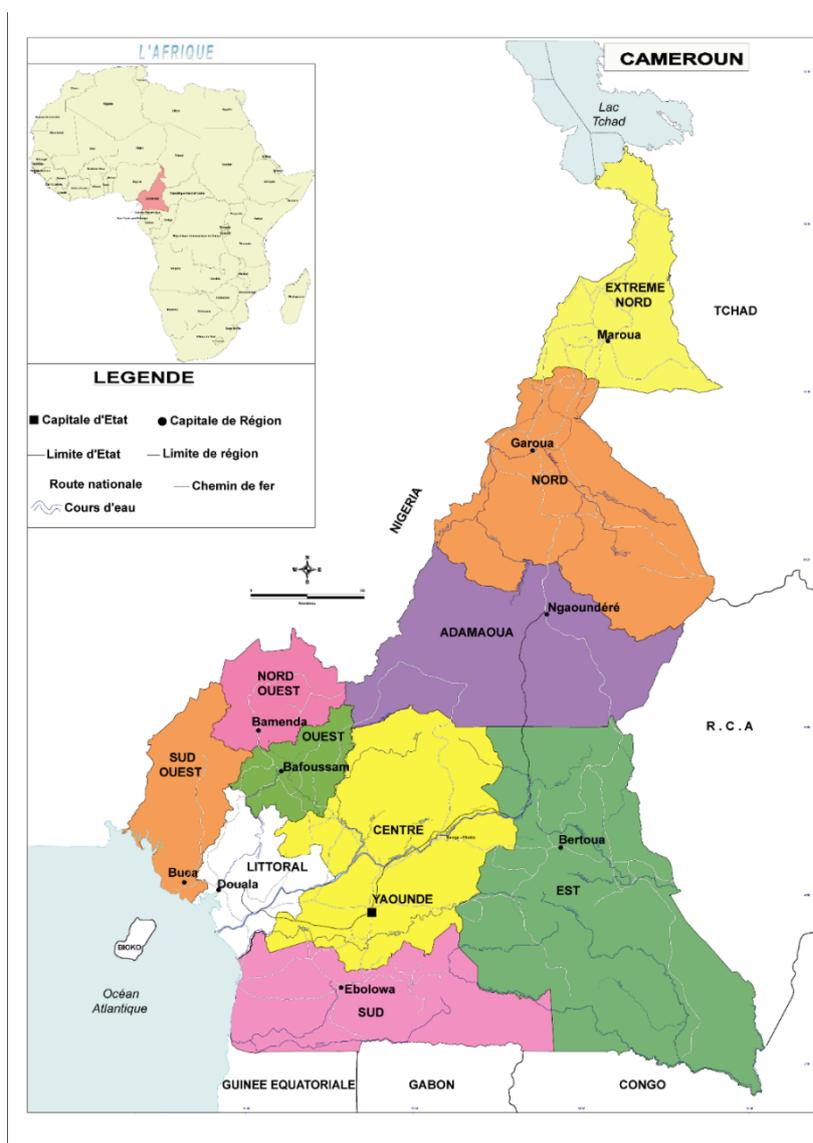


Figure 2. Découpage administratif du Cameroun en Régions

La République du Cameroun comporte dix Régions (Adamaoua, Centre, Est, Extrême Nord, Littoral, Nord, Nord-Ouest, Ouest, Sud et Sud-Ouest), subdivisées en tout en 58 Départements, eux-mêmes divisés en Arrondissements, en Municipalités et en Chefferies.

La carte ci-dessous présente, entre autres, les ressources aurifères au Cameroun. Cette carte montre que ce sont les Régions de l'Est, de l'Adamaoua et du Nord qui sont les plus attractives par la densité de leurs sites d'exploitation et des indices de minéralisations d'or.

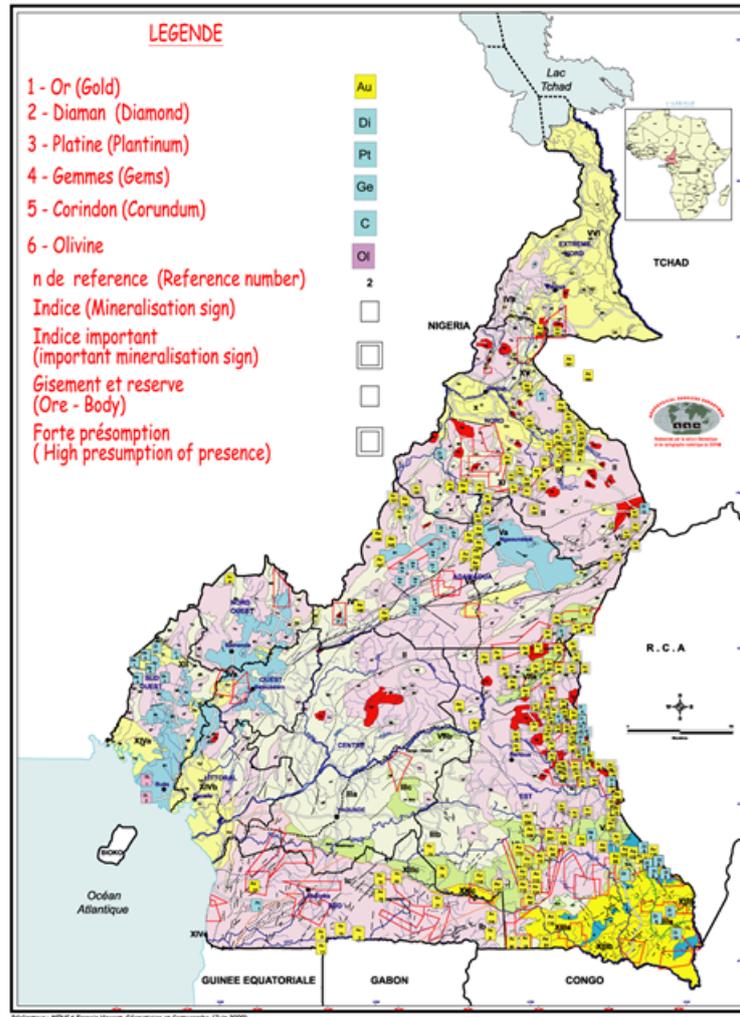


Figure 3. Carte des substances précieuses et semi-précieuses, et des ressources minérales du Cameroun.

4.2 Zones d'intervention

L'étude couvre partiellement les Régions de l'Adamaoua, de l'Est, du Centre et du Sud. Dans chaque région, elle se restreint à des camps miniers précis qui utilisent le mercure. Des rivières voisines de ces camps sont aussi choisies comme cas d'étude pour vérifier le degré de contamination des eaux de surface et des poissons par le mercure.

L'enquête sur terrain vise à cerner la problématique d'utilisation du mercure, ses dangers sur l'environnement et sur la santé. Aussi, des prélèvements de cheveux humains permettront de se prononcer sur l'état d'imprégnation de la population minière et des riverains par un métal aussi nocif que le mercure.

Les Arrondissements d'étude sont comme suit.

Tableau 1. Répartition administrative des zones d'étude

RÉGION	DÉPARTEMENT	ARRONDISSEMENT
EST	Lom-et-Djérem	Bétaré-Oya
		Garoua-Boulai (Bindiba)
		Ngoura (Colomine)
	Kadey	Batouri (Kambele)
		Ketté (Béké)
ADAMAOUA	Mbéré	Meiganga (Fel – Mama Wassandé – Mbali – Mborguene)
SUD	Océan	Akom II
CENTRE	Nyong et Kelle	ESEKA

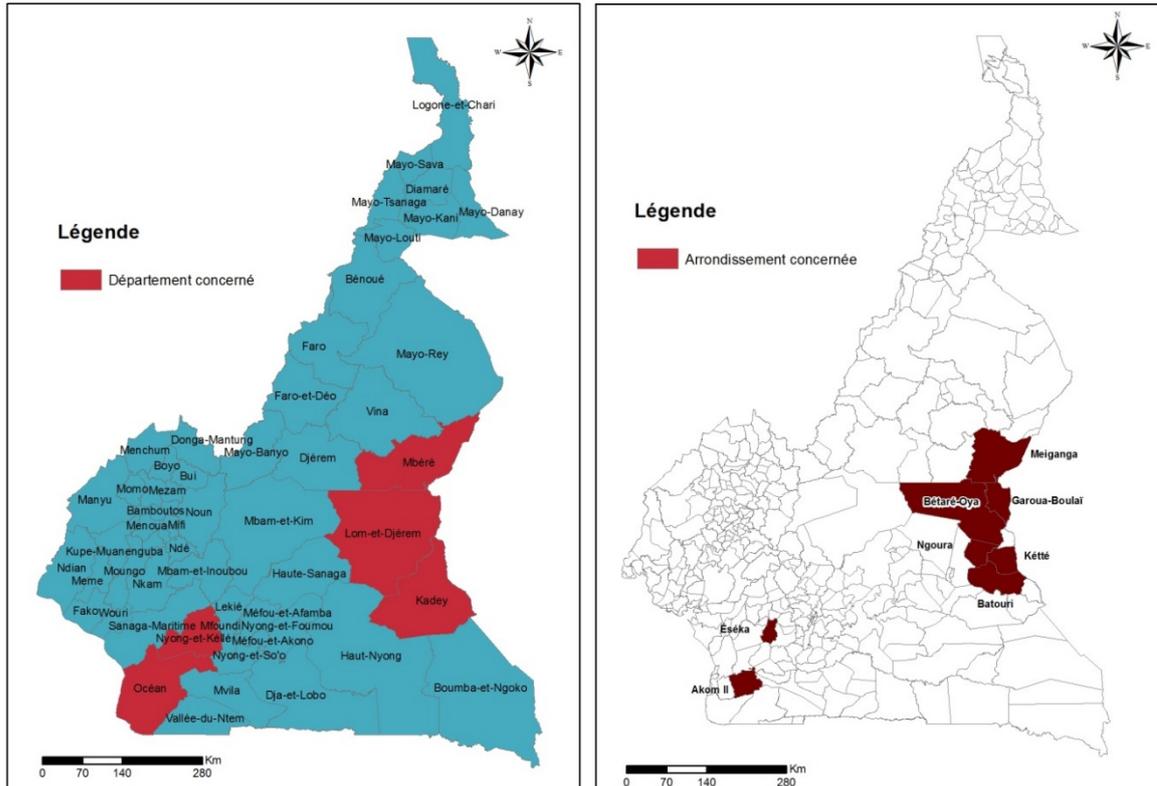


Figure 4. Carte de délimitation de la zone d'intervention à l'échelle de la Région et du Département et de l'Arrondissement.

4.3 Méthodes et techniques d'exploration et d'exploitation de l'or

Pour l'exploration minière régionale, les méthodes magnétiques et radioactives aéroportées ont été largement développées durant les dernières années pour mieux comprendre la relation entre l'évolution géodynamique du Pays depuis le Précambrien jusqu'à l'Actuel, et la répartition des ressources. Au sol, les études pétrographiques et minéralogiques, et la prospection géochimique stratégique avancent timidement notamment à cause de difficultés d'accès des zones prospectives.

Au plan de l'exploration et de l'exploitation, aucune activité à l'échelle industrielle n'est signalée pour tout le Pays. L'activité minière artisanale peu mécanisée stipulée par la loi se pratique à ciel ouvert et se limite aux premiers 10 m en profondeur dans les placers, les sols, les éluvions et les alluvions de fleuves. Après épuisement du manteau sédimentaire, l'exploitation artisanale et semi-mécanisée descend dans le "bed-rock", donc dans les protos de minéralisation polymétallique.

Des carrières variant de quelques mètres à plusieurs dizaines de mètres de diamètre, pratiquées le plus souvent sans aménagement de sécurité (restriction des hauteurs de talus, organisation et géométrie des talus, absence de bermes sécurisées, absence de zone de sécurité, d'un balisage et de fanions de garde...). Les pelles excavatrices enlèvent les parties stériles formées de sols, d'alluvions et d'éluvions, jusqu'au gravier aurifère, sans études d'exploration préalable. Ceci conduit sûrement à des pertes de minéralisation fine qui peut être délaissée dans les déblais.

La technique de lavage des produits 'payants' excavés dépend de la nature des matériaux aurifères en présence (alluvions, éluvions, graviers, tout venant excavé du bed-rock magmatique ou métamorphique affecté par la minéralisation hydrothermale).

Pour des alluvions, la procédure de traitement est la suivante :

- ✓ décapage des stériles, et excavation des dépôts d'alluvions, puis lavage du gravier aurifère dans une machine appropriée ;
- ✓ récupération du concentré aurifère sur le tapis de lavage du concentré au niveau du bac de lavage ;
- ✓ récupération de l'or et séchage ;
- ✓ soufflage ;
- ✓ et enfin, pesage.

Pour des éluvions contenant des filons, une première étape est introduite, qui consiste à concasser le gravier. Toutes les autres étapes précitées sont ensuite exécutées pour la récupération définitive de l'or.

En l'absence d'études minières approfondies, les artisans ont intuitivement pensé à la finesse fréquente des grains d'or (<100 μm ; or alluvionnaire notamment). De ce fait, les sociétés de mécanisation ont progressivement introduit l'usage du cyanure (éventuellement), mais surtout du mercure pour l'amalgamation de l'or et sa récupération. Néanmoins, l'association or-sulfures dans les veines de quartz et en minéralisation disséminées dans le bed-rock altéré, peuvent être cause de pertes de minéralisation malgré cette utilisation du mercure, ce qui conduit à une sorte de 'destruction abusive des corps miniers', et surtout à un manque à gagner en termes de richesse pour l'État Camerounais, notamment.

5 CONTEXTE MINIER

Les informations nécessaires sur le contexte biophysique et naturel, sur la géologie et l'héritage géodynamique du Cameroun en lien avec la révolution des terrains du Gondwana du Protérozoïque ancien à l'Actuel, sont portées en **Annexe 4**. Ces informations cadrent le contexte géologique et naturel du patrimoine minier à l'échelle de tout le Cameroun, plus précisément pour les Régions de l'Est, de l'Adamaoua, du Centre et du Sud approchées dans cette enquête.

Les minéralisations en or les plus importantes au Cameroun, sont situées dans la Province Centre-Africaine décrite dans l'**Annexe 4** qui recouvre l'Est (Batouri) et l'Adamaoua. Elles existent aussi dans la nappe de Yaoundé à l'approche du Craton du Congo, au Sud et Sud-Est de la capitale (Régions Centre et Sud).

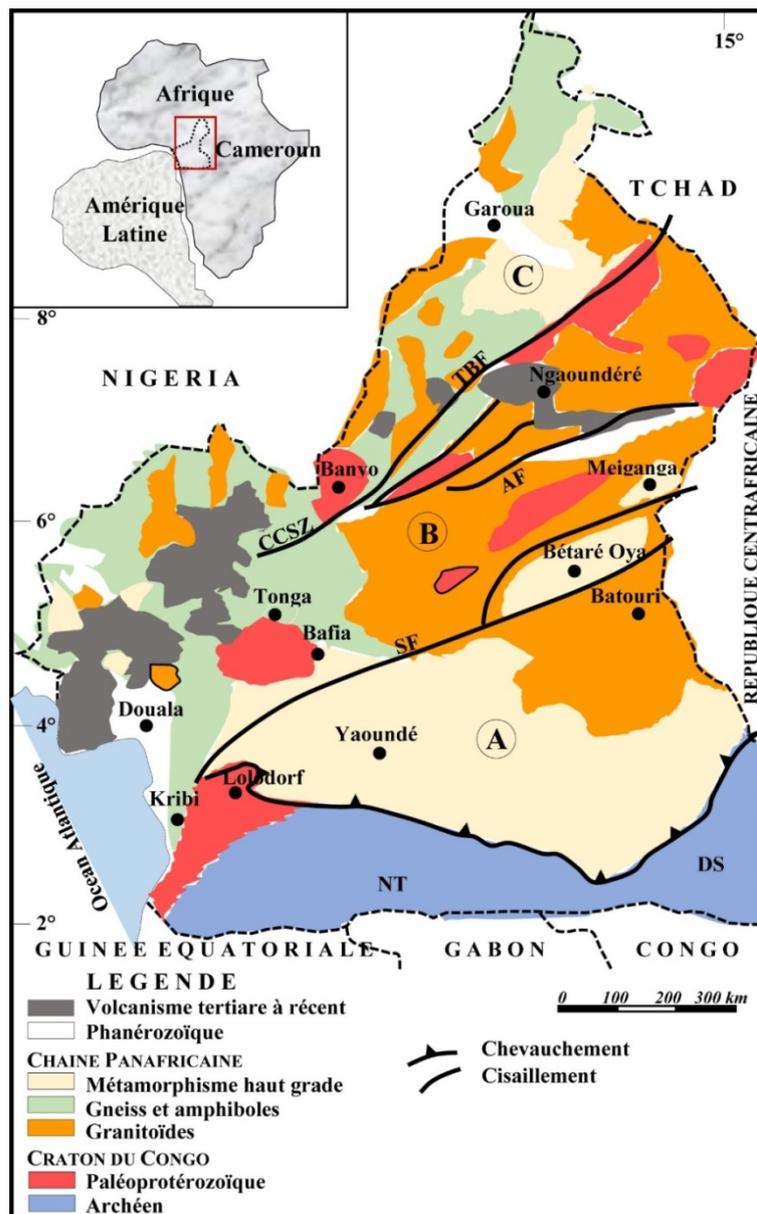


Figure 5. Carte géologique simplifiée du Cameroun montrant les trois principaux domaines de la chaîne Panafricaine Nord-Equatoriale : (1) domaine Sud, (2) domaine central, (3) domaine Nord, TBF : faille de Tibati-Banyo, CCSZ : zone de décrochement du Cameroun Central, SF : Faille de la Sanaga, AF : Faille de l'Adamaoua, NT : Complexe du Ntem, DS : Séries du Dja, NS : Séries du Nyong.

Les terrains hôtes sont des granitoïdes, des migmatites, et des roches vertes syn-à post-collision appartenant à la ceinture plissée Panafricaine (750-542 Ma), recoupée par des paléo-failles majeures réactivées. Ces granitoïdes et roches métamorphiques sont foliacés et à minéralisations métamorphiques-hydrothermales, de nature polymétallique. Ces minéralisations peuvent être diffuses dans la masse, sinon le plus souvent associées à une gangue à silice, à barite et à calcite dans des veines de quartz.

Au Batouri et dans l'Adamaoua, les districts miniers sont de contexte très semblable. Ce sont des granitoïdes (granodiorites, granites porphyriques à biotite), des migmatites, des schistes, et des amphibolites traversés par des veines de quartz localisées, portant une minéralisation polymétallique à or et argent natifs. Des xénolites de schistes, de gneiss, et d'amphibolites en inclusion dans les granitoïdes, sont fortement déformés et parfois minéralisés. Ces produits du métamorphisme sont les reliques du socle transformé par l'intrusion de granitoïdes, et par le dynamo-métamorphisme et métamorphisme hydrothermal minéralisant associé de l'orogène Panafricain (750-580 Ma). Les cartes suivantes résument la géologie de ces districts miniers.

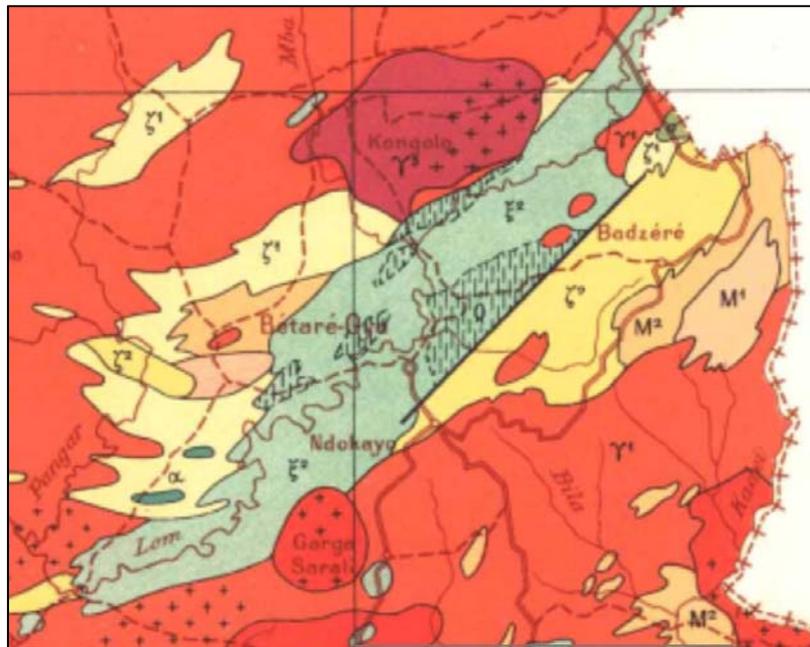


Figure 6. Extrait de la carte géologique du Cameroun Sud montrant les terrains de Bétaré-Oya et de la vallée du Lom. Les affleurements dominants sont des méta-granites anciens pré, syn-à post-collisionnels (γ^1, γ^3), des migmatites (M^1, M^2), des gneiss en (jaune) des amphibolites (α) et des schistes variés (en vert) dans la vallée du Lom.

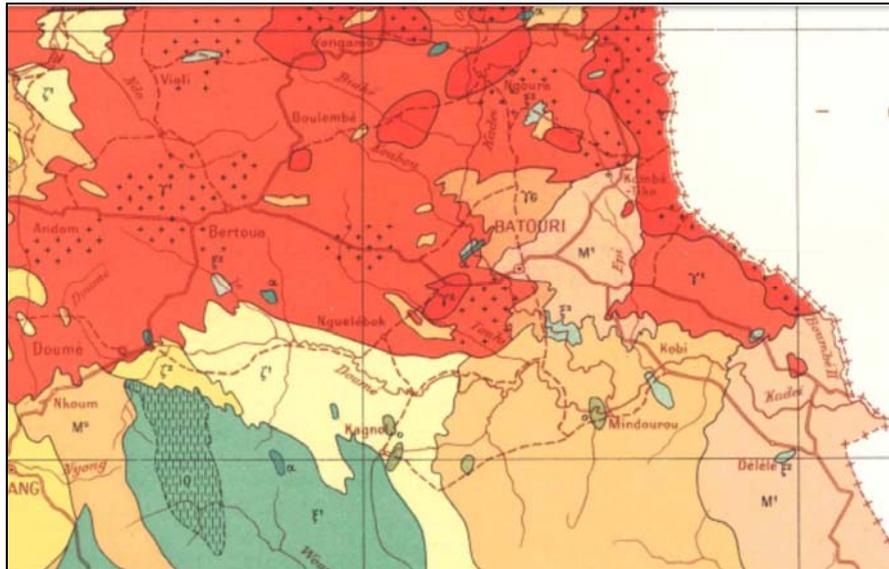


Figure 7. Extrait de la carte géologique du Cameroun Sud montrant les terrains du District aurifère de Batouri. Les terrains dominants sont toujours des méta-granites (X^1), des migmatites (M^1 , M^2), des gneiss et des schistes.

Ces districts occupent des bassins d'effondrement dirigés sensiblement en N45, parcourus par des fleuves dont le Lom et la Kadey, remplis d'un manteau de glacis, d'éluvions, d'alluvions et localement de placers.

L'érosion et l'altération de ce socle minéralisé, décapé par les discontinuités Calédonienne et tardi-Hercynienne, sous un climat équatorial durant le Phanérozoïque, avaient permis l'altération ferrallitique, et la formation de latérites et de bauxites. Des minéralisations primaires notamment l'or des veines, ont été remaniées dans des placers, et se sont progressivement disséminées dans les glacis et éluvions en contre-bas des reliefs, et sous forme d'or fin dans les alluvions de fleuves comme le Lom et la Kadey.

Les profils de carrières montrent un alluvionnement superficiel à argiles, micas dont la séricite, des oxyhydroxydes, du sable et du sable graveleux. En profondeur, des dépôts grossiers (graviers) recouvrant le bed-rock. Ces sables et graviers sont les plus prisés pour le lavage et le traitement au mercure.

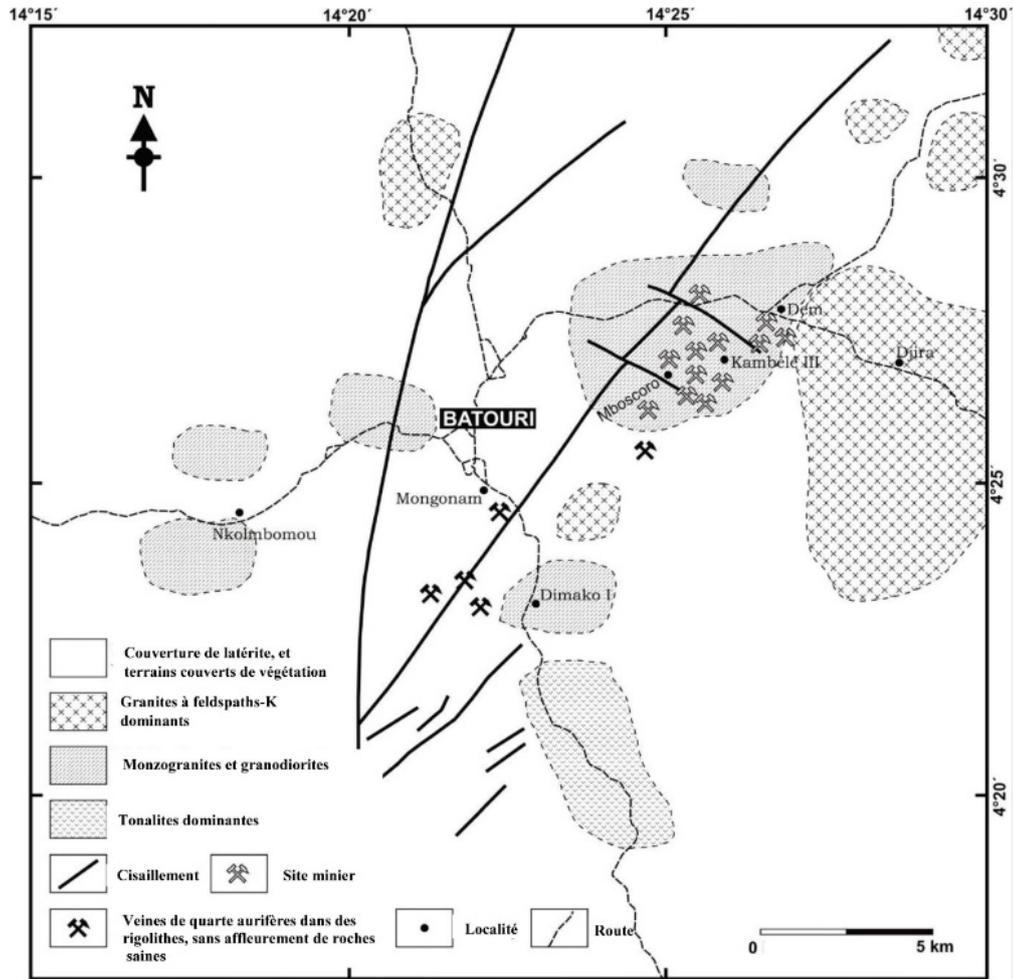


Figure 8. Carte synthétique montrant les affleurements de faciès magmatiques, le réseau tectonique, la distribution de veines de quartz aurifères, et la répartition des sites miniers dans le district du Batouri.

Le contexte minier dans les districts du Sud et du Centre dans l'Unité de Yaoundé (voir modèle géologique plus haut) est similaire. La minéralisation primaire est portée dans des veines de quartz ou disséminée dans des faciès de granitoïdes et de schistes. L'érosion et le remaniement hydrique engendrent un alluvionnement de remplissage des vallées et des basses terres.

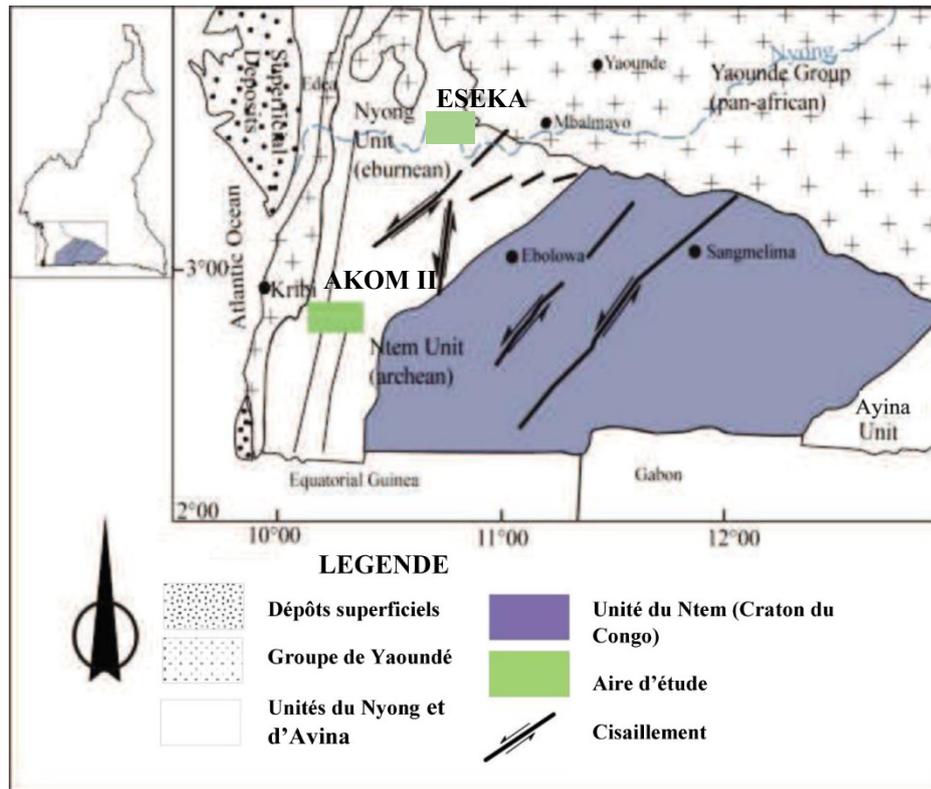


Figure 9. Esquisse géologique du Sud-Ouest du Cameroun (Région Akom II) d'après Maurizot et al. (1986).

La minéralisation est recherchée dans des puits creusés dans les zones basses, et sur les berges des cours d'eau. Ces puits révèlent des profils comportant plusieurs horizons sablonneux, parfois à éléments grossiers et des blocs de roches altérées, qui peuvent reposer directement sur le bed-rock. Ces horizons de sables et graviers sont les plus recherchés pour s'assurer le meilleur butin en extrayant des pépites d'or.

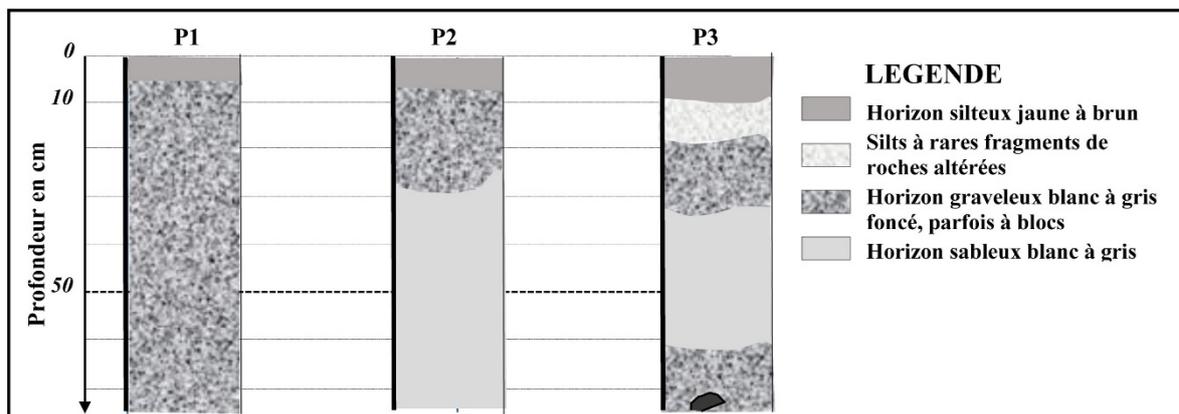


Figure 10. Profils représentatifs des puits pratiqués pour l'extraction de l'or (Sud et Centre). Les horizons sableux et graveleux contiennent des minéraux lourds (sphène, andalousite, grenats, hornblende, zircon) indicateur du remaniement de roches cristallines à l'origine aurifères.

6 POPULATION, CULTURE ET ÉCONOMIE

6.1 Démographie

En 1976, le Cameroun comptait 7 663 246 habitants. En 1987, la population a atteint 10.493.655 hab. En 2005, les résultats définitifs du 3^{ème} RGPH indiquaient 17.463.836 hab. L'effectif de la population de 2010, est estimé à 19.648.287 hab., et en 2014, à 21 657 488 hab. Ces chiffres en partie estimés, s'appuient sur l'analyse des tendances démographiques observées à partir des recensements de 1976, 1987 et 2005.

Tableau 2. Évolution de la population du Cameroun de 1976 à 2014

INDICATEURS	1976	1987	2005	2010P	2011	2013P	2014P
Population totale	7 663 346	10 493 655	17 463 836	19 648 287	20 138 637	21 143 237	21 657 488
• Masculine	3 816 296	5 162 878	8 632 036	9 707 318	9 949 573	10 445 903	10 699 969
• Féminine	3 846 950	5 330 777	8 841 800	9 940 969	10 189 064	10 697 334	10 957 519
Taux de croissance %/an	3,0	2,9	2,8	2,6	2,5	2,5	2,4
Rapport de masculinité %	95,9	97,0	97,7	97,6	97,6	97,6	97,6

Source : RGPH 1976, 1987, 2007, et Projections (p), INS, Annuaire Statistique du Cameroun, 2015.

Cette évolution démographique confirme le maintien d'un fort potentiel humain dans le pays. Le taux de croissance annuel diminue progressivement, passant de 3% en 1976, à 2,4 (projeté) en 2014, et le taux de masculinité varie de 95,9% à 97,7%.

La structure par âge révèle 45 % de personnes de moins de 15 ans, et 52 % d'hommes et de femmes potentiellement actifs.

La population varie aussi par Région. Le graphique suivant expose le poids démographique de chaque Région pour la population estimée en 2014 donnée précédemment. Ainsi, les populations des Régions de l'Adamaoua, de l'Est, du Centre et du Sud qui nous intéressent, représentent respectivement : 5,38, 3,83, 18,65 et 3,42% de la population Camerounaise.

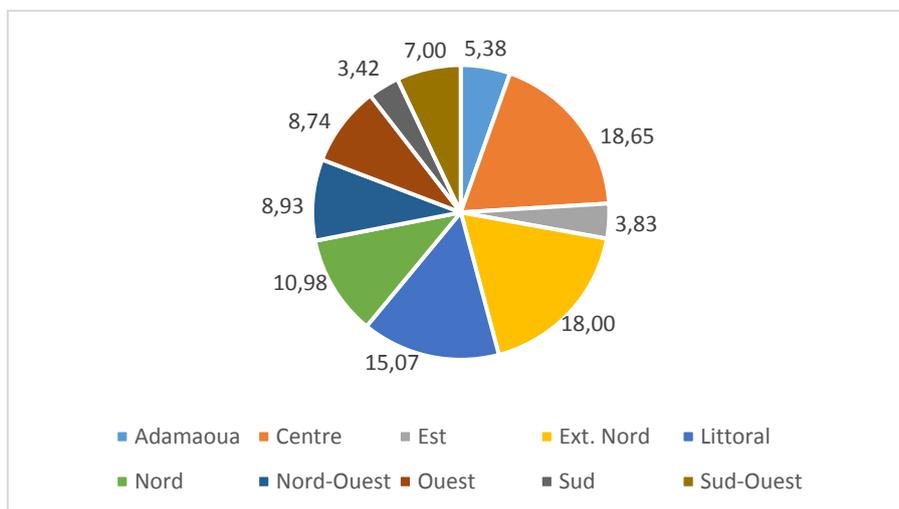


Figure 11. Poids démographique des Régions du Cameroun en 2014

À une date plus récente, selon le Bureau Central des Recensements et des Études de Population (BUCREP) et le rapport des projections démographiques réalisé dans le cadre du 3^{ème} Troisième RGPH en 2005 précédent, la population du Cameroun en 2017 est estimée à 23.248.044 hab., et en 2018, à 23 794 164 hab., avec une quasi-égalité des sexes ratios. La répartition de la population du Cameroun en 2015 indique que 52% des individus sont actifs (15-59 ans) et 10% sont des nourrissons (0-35 mois). Les femmes en âge de procréation (12-49 ans) totalisent 28% de cette population. De plus, les Régions de

L'Adamaoua et de l'Est accueillent respectivement, 5,4 % et 3,7% de la population totale du Cameroun. Les Régions les plus peuplées sont toujours celles du Centre, de l'Extrême-Nord, du Littoral et du Nord. Elles totalisent environ 63% de la population Camerounaise.

L'un des phénomènes les plus remarquables des dernières décennies concerne l'élévation du taux d'urbanisation qui a atteint 47,2 % en 1997, contre 37,8 % en 1987. Ce taux aurait dépassé la barre de 50% en 2010. Les deux villes les plus peuplées du pays comptaient respectivement 1 147 900 hab., en 1994 pour la ville de Douala, et 1.013.800 hab., pour la ville de Yaoundé. Le tableau ci-dessous présente l'évolution de la population urbaine à moyen terme.

Tableau 3. Évolution de la population urbaine à l'horizon 2005-2010

Villes ou régions	1994	2000	2005	2010
Douala	1 147 160	1 648 617	2 154 676	2 749 973
Yaoundé	1 022 270	1 346 534	1 785 030	2 344 040
Autres villes	3 635 570	4 398 260	6 438 829	8 217 759
Total	5 085 000	7 933 411	10 378 355	13 311 772

Source : Annuaire statistique du MINFIB (1997).

6.2 Facteurs influençant l'évolution démographique

Quatre facteurs principaux peuvent influencer l'évolution démographique des villes du Cameroun au long terme :

La croissance naturelle : elle est particulièrement élevée dans les villes, du fait de l'émigration des jeunes ruraux. Les perspectives de croissance économique s'étant souvent maintenues, le taux de croissance dans les villes devrait augmenter à long terme.

L'exode rural : la tendance à l'exode rural devrait s'accroître si les prix des produits agricoles de rente continuent à chuter sur le marché mondial.

La « rationalisation » du service public : si le ralentissement des recrutements et les licenciements dans le Service Public, engagés dans la période 1990 – 2000, se poursuivent, les migrations retour des populations vers les campagnes pourraient s'accroître, au risque d'aggraver la déforestation en vue de créer de nouvelles exploitations agricoles.

"Les opportunités de création d'activités marchandes" : Ces dernières constituent un facteur de croissance potentielle par substitution aux activités qui jusqu'à présent, étaient gérées par l'État : aménagement foncier, constructions, cabinet d'études ou de consultations, concessionnaires de services publics (téléphone, eau, électricité). La politique de désengagement de l'État du secteur productif devrait se poursuivre, et on devrait observer au long terme un développement de nouvelles entreprises, pourvoyeuses d'emplois de proximité.

6.3 Culture

Le Cameroun compte 250 groupes ethniques qui forment cinq grandes régions culturelles :

- ✓ Peuples des plateaux de l'Ouest, incluant les Bamiléké, Bamoun (ou Bamun) et d'autres groupes au Nord-Ouest ;
- ✓ Peuples des forêts tropicales côtières, incluant les Bassa, Douala (ou Duala) et autres entités du Sud-Ouest ;
- ✓ Peuples des forêts tropicales du Sud incluant les Beti , Boulou, Ewondo et Fang et les pygmées Baka ;
- ✓ Peuples des régions semi-arides du Nord (Sahel) et terres centrales incluant les Peuls;
- ✓ Les Kirdi dans le désert du Nord.

Cette population est répartie dans les dix Régions que compte le pays : l'Extrême-Nord (chef-lieu Maroua), le Nord (chef-lieu Garoua), l'Adamaoua (chef-lieu Ngaoundéré), l'Est (chef-lieu Bertoua), le Centre (chef-lieu Yaoundé), le Littoral (chef-lieu Douala), l'Ouest (chef-lieu Bafoussam), le Sud (chef-lieu Ebolowa), le Nord-Ouest (chef-lieu Bamenda) et le Sud-Ouest (chef-lieu Buea). La capitale du Cameroun est Yaoundé. Les deux langues officielles sont le français et l'anglais.

Le Cameroun est un état laïc. Deux principales religions y sont pratiquées : le Christianisme et l'Islam. L'Animisme se pratique aussi par de nombreuses populations.

6.4 Économie

L'économie du Cameroun est diversifiée, non seulement grâce à de nombreuses implantations étrangères mais aussi, à de nombreux groupes nationaux. Il existe des activités très variées notamment dans les secteurs forestiers et agricoles (cultures de rente et vivrières), les hydrocarbures, l'industrie autour des boissons, sucrerie, huilerie, savonnerie, minoterie, aluminium, ciment, métallurgie, première transformation du bois, et plus récemment l'activité minière artisanale, notamment pour l'or, etc.

Au début des années 1980s, le Cameroun comptait parmi les pays Africains les plus prospères du point de vue économique. Jusqu'en 1985 et pendant deux décennies de croissance régulière, l'économie camerounaise a enregistré des taux de croissance réels de l'ordre de 7 %. Les années suivantes furent marquées par une forte récession dont l'une des causes a été la chute des cours du café, du cacao et du pétrole conduisant ainsi à une détérioration des termes d'échange.

Avec la crise qui s'est déclarée en 1985, sanctionnée par la dévaluation du FCFA en 1994, le gouvernement a entrepris des mesures de relance économique et réalisé, avec l'appui des bailleurs de fonds, des programmes de stabilisation et d'ajustement structurel qui ont entraîné la mise en veilleuse des réflexions de développement sur le moyen et le long terme.

Après le report en août 2004 du point d'achèvement de l'initiative PPTE (Pays Pauvres Très Endettés), qui vise à réorienter les fonds issus de la remise de dette vers le financement de projets de développement, le Cameroun a franchi avec succès cette étape à la fin avril 2006 https://fr.wikipedia.org/wiki/%C3%89conomie_du_Cameroun_-_cite_note-2.

L'atteinte du point d'achèvement a permis au Cameroun de bénéficier en juin 2006 d'une annulation de dette de 3,475 milliards \$ de la part des créanciers du Club de Paris (créanciers bilatéraux). Une annulation de la dette camerounaise par des créanciers privés (Club de Londres) et multilatéraux (MDRI : Multilateral Debt Relief Initiative) est aussi relative à l'étude. Le Cameroun s'est engagé dans une politique visant à réduire sa dépendance à l'égard du secteur des hydrocarbures dans le cadre d'une stratégie de diversification de son économie actuellement dominée par le pétrole. L'objectif de cette politique est de faire en sorte que le pays devienne une économie émergente à l'horizon 2035.

7 MÉTHODES D'EXPLOITATION ET DE TRAITEMENT DU MINERAI AURIFERE

7.1 Typologie des minéralisations aurifères et paragenèses

La connaissance de l'origine et de la nature de la minéralisation polymétallique et aurifère, est importante pour juger de l'efficacité des méthodes d'exploration et d'exploitation que celles-ci utilisent le mercure ou non. Elle sert aussi de moyen d'aide à la décision pour la gestion des ressources minières nationales.

Les minéralisations aurifères du Batouri dans l'Est, de l'Adamaoua (Meïganga, Ngaoundéré) et en partie celles du Sud, qui ont été les plus étudiées, sont de deux types :

- Minéralisation polymétallique primaire recelant Au et Ag associés à des sulfures polymétalliques, à de la silice et à des minéraux silicatés du métamorphisme ;
- Minéralisation "secondaire" générée par des processus supergènes (érosion, altération, remaniement, placer) ; celle-ci est concentrée dans les glacis, les éluvions et les alluvions en contrebas des reliefs, et dans les terrasses et lits de fleuves.

Minéralisation primaire : Elle est associée à des méta-granites à biotite et amphibole du groupe Panafricain de granitoïdes néoprotérozoïques pré à syn-collision. La fusion crustale contribue à l'emplacement de roches hypo-volcaniques (granite, méta-granite, granodiorite) et provoque le fluage, la foliation, et la circulation d'eau "juvénile" et de composés fumeroliens. Les processus métamorphiques et hydrothermaux engendrent les minéralisations (silice, Au, Ag, sulfures et arséniures polymétalliques) qui sont orientées par la foliation, les fentes de tension, et la fracturation dans la masse des granitoïdes "type I" (White and Chappel, 1977) et dans les auréoles de métamorphisme.



Figure 12. Reportage photographique sur les corps et les roches minéralisés : 1.-Veine de quartz observée dans le district du Batouri (Yannah et al., 2015), 2 & 3 : aspects d'un monzo-granite et son microscopique entre nicols croisés : LPA (Akwinga, 2010).

La minéralisation peut être disséminée dans les méta-granites, filonienne, ou en remplissage de veines de quartz orientées par les plans de schistosité, les fentes de tension, les fractures et les mylonites. Les minéraux sulfurés et arsénifères associés à l'or et à l'argent dans ces veines sont la pyrite, l'arsénopyrite (=mispickel), la chalcopryrite, la sphalérite, la pyrrhotite, la galène, la covellite et la chalcocite. D'autres minéraux dont la cuprite et la ténorite sont d'origine supergène. La minéralisation primaire de haute température (300-500°C) est à grain très fin (quelques fractions du mm).

Les sulfo-arséniures, l'or et la silice de fusion sont précipités à partir de fluides pneumatolytiques riches en eau (fluide type 1 ; salinité de 1 à 6,5% eq. NaCl). Le dépôt précoce de silice des veines s'accompagne d'une perte d'eau et une séquestration du CO₂ fumerolien, ce qui aboutit à une second phase fluide (type 2 ; salinité de 1 à 8% eq. NaCl).

À proximité de la surface, des fluides météoriques tardifs, dépourvus de CO₂, peuvent intervenir (type 3 ; salinité < 1% eq. NaCl).

Dans la Région de Batouri, les pics de conditions métamorphiques déterminés peuvent atteindre 550°C et une pression de 3,5 kbar, soit une profondeur de 1200 m (1km : 3kbar). Ce sont des conditions reconnues pour l'emplacement de magmas hypo-volcaniques (granite, granodiorite) et métamorphisme hydrothermal associé.

Au plan de la succession paragénetique, la minéralisation procède en étapes :

- (1) une étape précoce, pré- à syn-ductile dépose la magnétite, et des minéraux accessoires (pyrite, chalcopryrite, mispickel) ; elle forme aussi la séricite, l'adulaire, la tourmaline, la chlorite, l'épidote et le quartz. La séricite, l'adulaire et le quartz marquent le faciès de l'altération hydrothermale de type K-séricite sous faible venue d'eau ;
- (2) une étape post-ductile, génère la pyrite, le mispickel, la chalcopryrite, l'or natif, la spalérite/marmatite, la galène et l'hématite ; la gangue contient essentiellement la barite, la calcite et le quartz ;
- (3) une étape post-déformation ajoute de la pyrite, de la chalcopryrite, de l'or et de l'argent natifs, l'électrum, et de la galène et hématite accessoires ; barite, calcite et quartz y sont aussi associés ;
- (4) une étape supergène est dominée par l'or et l'agent natif, et des oxydes : covellite, hématite, chalcocite, hématite, goethite, pyrolusite et psilomélane, d'où les teintes rouge-brun des roches, cap-rock et 'gossans' minéralisés.

L'or de ces minéralisations peut exister en pépites de remplissage de vides, en inclusions fines dans les minéraux (pyrite, mispickel, sphalérite, quartz), ou en remplissage de fissures et plans de clivage des minéraux. Les figures suivantes illustrent ce type de paragenèse.

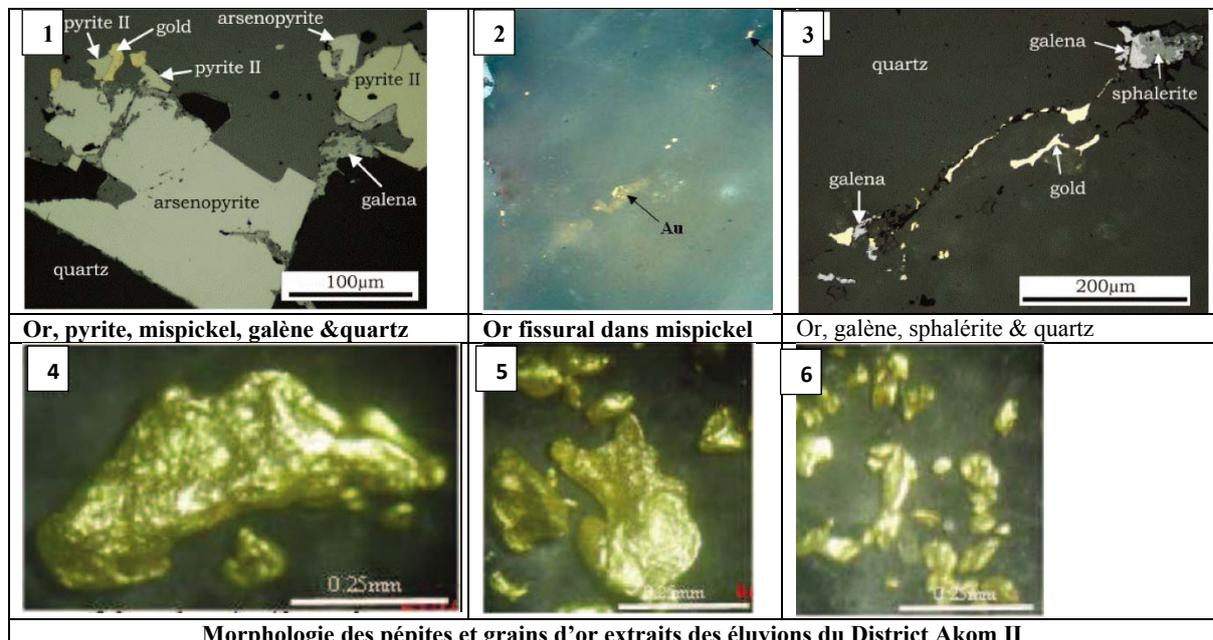


Figure 13. Paragenèses des minéralisations des veines de quartz, observées en microscopie électronique : 1 & 3 : au Batouri Akwinga (2010) ; 2 : au Batouri (Yannah et al., 2015) ; 4 à 6 : morphologie des pépites et grains d'or dans les horizons graveleux à minéraux lourds à Akom II (Fuanya et al., 2014).

L'or diffus dans la paragenèse à sulfo-arséniures des veines de quartz ou libéré en gains et en pépites dans les éluviions, est très fin. Sa récupération, notamment au mercure à

partir de la poudre de roche, devrait s'accompagner par des pertes considérables non seulement de ce métal mais aussi celle d'autres métaux de base (Cu, Pb, Zn) dans les refus de lavage et barbotines dans les bassins d'amalgamation.

En ce qui concerne la minéralisation primaire décrite par les auteurs, il n'existe aucune indication sur la présence potentielle de mercure ou de minéraux de mercure (cinabre, métacinabre, polhémusite (sphalérite mercurifère)) dans cette paragenèse naturelle. Dès lors, seul l'ajout de mercure métal pour l'amalgamation de l'or devrait expliquer la présence de ce métal dans l'environnement.

7.2 Artisanat minier

Comme stipulé dans le Code minier (2016), **l'artisanat minier** est une opération qui consiste à extraire et à concentrer les substances minérales affleurant ou sub-affleurant à une profondeur maximale de dix (10) mètres et à disposer des produits marchands en utilisant les méthodes et procédés traditionnels (pelles, pioche, barre à mine, batée, long tom, motopompe, etc...).



Figure 14. Outils de l'artisanat minier : pelle, batée, long tom, et autres.

D'après ce Code, *l'exploitation minière artisanale semi-mécanisée* se définit comme une exploitation minière suite à une autorisation d'exploitation artisanale semi-mécanisée des substances précieuses et semi-précieuses. Elle utilise au plus trois (03) excavateurs (pelles mécaniques), une pelle chargeuse, et d'autres équipements dont une machine de lavage de gravier minéralisé.

Avant 2016, l'artisanat minier semi-mécanisé a été désigné "Artisanat Minier peu Mécanisé", dont les gisements alluvionnaires sont la cible principale. Le matériel englobe les équipements précédents avec des unités de lavage du gravier aurifère (ensemble : trommel mobile (bac de débouillage suivi parfois d'un cylindre rotatif - sluice box (boîte à écluse ou table de lavage muni de tapis) - concentrateur centrifuge), des motopompes, des générateurs électriques, des camions ; des voitures tout terrain ; etc. Il faut ajouter à cette liste d'équipements les 'bateaux' (ou dragues) que certaines compagnies utilisent pour draguer le fond des lits de fleuves aux fins d'exploitation de l'or.



Figure 15. Outils de l'artisanat semi – mécanisé : excavateur, unité de lavage, motopompe, groupe électrogène, et autres

7.3 Techniques et méthodes d'exploitation

Les techniques et méthodes d'exploitation varient selon les cibles. L'accès aux sites d'exploitation se fait par l'ouverture de pistes à l'aide d'excavateurs ou de bulldozers, en commençant par la déforestation et le défrichage. Les éluvions sont excavées à l'aide de pelles mécaniques et traitées directement dans l'unité de lavage.



Figure 16. Exploitation d'un gisement éluvionnaire à Kana près de Béké dans l'arrondissement de Ketté

En cas d'alluvions, l'excavation de l'horizon stérile, puis celui minéralisé et l'alimentation du trommel en matériaux à traiter (sable et gravier aurifère) se font à l'aide de pelles hydrauliques. L'alimentation du trommel peut aussi se faire grâce à une pompe à gravier. Des motopompes assurent l'exhaure des trous d'exploitation et alimentent l'unité de lavage en eau.



Figure 17. Exploitation d'un gisement alluvionnaire sur les flats de la rivière Kadey à Malewa

La **drague pour l'extraction d'or** est une technique courante dans l'ASM. Il s'agit d'une machine conçue pour l'exploitation des dépôts d'or en placer. Cette technique extrait l'or du sable et du gravier par traitement mécanique en présence d'eau. Les matériaux (sable, gravier, terre, etc.) sont chargés à l'aide de godets en acier disposés en cercle continu à l'extrémité et à l'avant de la drague, puis triés et tamisés par voie humide.

Sur les grandes dragues, les matériaux chargés passent dans un cylindre rotatif en acier, incliné, criblé de trous qui retiennent les cailloutis et libèrent les matériaux plus fins. Ces derniers sont récupérés dans une boîte à écluse (sluice box). Les cailloutis retenus par le cylindre sont évacués à l'arrière de la drague par un tapis roulant en caoutchouc.

La drague peut être un navire-drague, une barge ou un ponton équipé de godets de chargement ou de succion du mélange eau-sédiments des cours d'eau, à des fins de traitement.



Figure 18. Navire-drague sur la rivière Lom à Bodomo Issa

7.4 Méthodes de traitement liés à l'ASM

La technologie de production du concentré dépend du type de minerai, de sa granulométrie et du grain de l'or. Avant 2010, seuls les gisements alluvionnaires (flats et terrasses), les éluvions et les veines de quartz aurifères ont été ciblés. Le minerai (gravier aurifère) est traité par lavage et tri du concentré. Les filons de quartz sont concassés, broyés, lavés puis triés par des méthodes physiques. Le dragage du gravier aurifère à partir de 2010, passe par le débouage du gravier aurifère, et séparation gravimétrique dans le sluice-box (ou table de lavage) muni de tapis au fond où s'accumulent les minéraux lourds et l'or dans le concentré final.

Au passage du concentré de lavage semi-liquide, les particules d'or très denses ($d=19,3$) et minéraux lourds sont piégées par un tapis incliné ($5-15^\circ$) qui est sorti du sluice-box en fin de lavage pour la récupération du concentré. Ce concentré retenu est récolté par rinçage final du tapis dans un bassin, puis traité à la battée et séché. Des méthodes purement physiques (magnétiques, gravimétriques, optiques, électrostatiques, etc.) seules sont utilisées pour séparer l'or du reste de minéraux lourds.

Les pertes en cours de traitement sont fréquentes. Les rejets du concentré traité à la battée sont alors précieusement conservés dans le bassin de rinçage. À terme de plusieurs rinçages, *le mercure est introduit dans ce bassin pour amalgamer le plus de particules fines d'or qui se seraient échappées en cours de battée.*



Figure 19. Bac de rinçage dans une structure semi-mécanisée avec amalgamation de l'or par le mercure

Le procédé gravimétrique donne satisfaction en cas de minerais à or libre et grossier (alluvions, éluvions, particules $> 200 \mu\text{m}$). Pour de l'or à grain plus fin traité par dragage de fonds de cours d'eau, et celui des filons concassés et broyés, le mercure est introduit dans le traitement. Ce métal liquide est déversé sur les tapis au fond des sluice-boxes avant lancement du lavage.

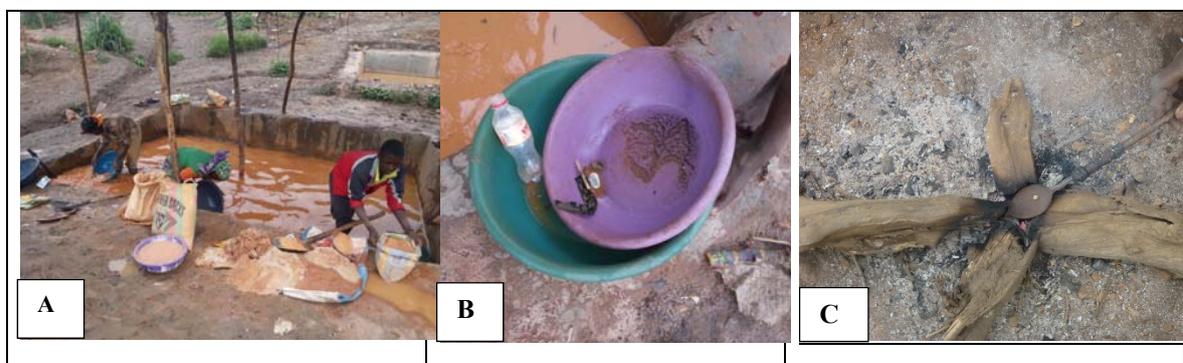


Figure 20. A) Bac de lavage aménagé par les artisans ; B) or traité au mercure ; C) amalgame brûlé à l'air libre

Après amalgamation de l'or, les tapis sont retirés pour récupérer le concentré contenant l'or amalgamé et les minéraux lourds. L'amalgame est soigneusement séparé du concentré par lavage à la battée, et séparation du mercure liquide résiduel (en excès) de la fraction d'amalgame mou argenté au travers d'une pièce en tissu. Le mercure récupéré est réutilisé, et l'amalgame est chauffé pour évaporer le mercure et récupérer de l'or spongieux.

7.5 État environnemental, sécuritaire et sanitaire lié à l'ASM

Les activités de l'ASM doivent respecter la réglementation minière et les prescriptions environnementales, notamment les dispositions de l'Arrêté N°0002/MINEPDED du 08 février 2016 définissant le canevas type des termes de référence et le contenu de la Notice d'Impact sur l'Environnement et donc sur la Santé.

Le constat de cette enquête fait ressortir de nombreux impacts négatifs de l'ASM, dommageables à l'environnement sans aucune mesure d'atténuation, et encore moins de compensation. Ces impacts négatifs se traduisent par la pollution des eaux, la dégradation des sols, une pression quotidienne sur la faune et la flore, et des modifications géomorphologiques qui engendrent des instabilités de terrain et des risques corporels pour les ouvriers et les riverains.

Tous ces impacts négatifs et risques de pollution par le mercure mettent en exergue le caractère funeste de l'exploitation minière artisanale sur l'environnement. En dépit du fait que cet artisanat est pourvoyeur d'emploi, et sert de lutte contre la pauvreté, les conséquences des nuisances sur l'environnement et sur la santé sont très supérieures aux gains escomptés de cette activité.



Figure 21. A) Lits de cours d'eau détournés ; B) Trous béants abandonnés ; C) Déversement d'hydrocarbures ; D) Eutrophisation d'une mare d'eau.

L'utilisation du mercure manipulé à main nue, et l'inhalation de vapeurs de ce métal lors du chauffage de l'amalgame, constituent des facteurs d'imprégnation de certains des riverains et surtout des ouvriers par le mercure. Les vapeurs denses de ce métal qui s'échappent entraînent aussi la pollution de l'eau, l'air et le sol.

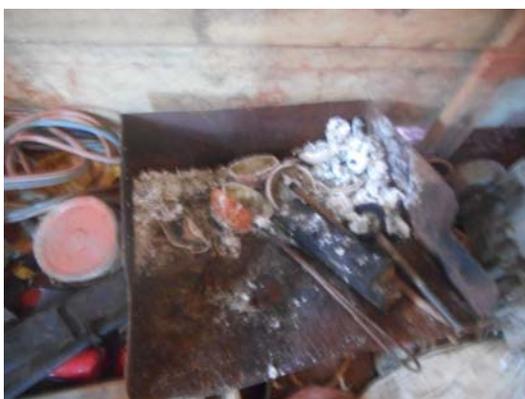


Figure 22. Matériel de fortune utilisé pour l'amalgamation de l'or au mercure.

Les ouvriers et personnels d'exploitation ne disposent d'aucun équipement de protection individuel, et sont quotidiennement exposés aux produits chimiques toxiques (mercure et hydrocarbures notamment), aux écroulements de talus, aux glissements de terrain, aux bruits, aux poussières, etc. Les conditions de vie et de logement sur site, sans eau courante et potable, sans latrines, sans moyens de protection contre les maladies..., ne respectent pas les règles de sécurité et d'hygiène.

Ces conditions de vie sur chantier et la précarité sont propices à la consommation abusive de drogue et d'alcool, ce qui peut poser des problèmes de sécurité et être favorable à la propagation des maladies sexuellement transmissibles (HIV en particulier).



Figure 23. A) Risque d'écroulement de terrain ; B) Défrichement et érosion des sols ; C) Inhalation de poussières lors du concassage ; D) Risques de chutes et de noyade.

8 PRÉSENTATION DE L'ENQUÊTE

Le Cameroun signataire de la convention de Minamata doit mettre en œuvre un plan d'action sur le mercure afin de réduire l'utilisation de ce produit dans l'exploitation artisanale de l'or pour honorer ses engagements à l'échelle internationale. Au plan national, malgré l'interdiction de l'usage du mercure et du cyanure dans le domaine de la MAPE, l'activité actuelle d'orpaillage dans la plupart des sites enquêtés, s'effectue par amalgamation du métal précieux au mercure.

Cette enquête repose sur la collecte d'informations sur les dangers du mercure pour l'environnement et pour la santé des populations dans les zones d'orpaillage en prenant des zones minières de l'Est, de l'Adamaoua, du centre (Eseka), et du Sud (Akomi II) comme cas d'étude.

Elle repose entre autre, sur l'administration de questionnaires et sur le prélèvement d'échantillons d'eau de surface, de cheveux humains et de poissons prédateurs pêchés dans les rivières drainant les zones d'orpaillage au mercure.

8.1 Fiches d'enquête

Cinq types de questionnaires sont élaborés en tenant compte des objectifs de l'étude. Les cibles sont comme suit (voir **Annexe 5**) :

Administrations : les informations recherchées sont celles liées à la connaissance des nuisances du mercure pour la santé, et aux mesures prises pour l'application des textes interdisant son utilisation dans le secteur de la MAPE.

Structures de santé : deux catégories d'informations sont recherchées sur les maladies constatées par ces structures (nombre, symptômes les plus récurrents, modes de prises en charge...), et la perception du risque sanitaire par les autorités, lié à l'utilisation du mercure.

Structures de mécanisation : l'information porte sur le nombre d'employés, la quantité d'or produite par jour et par mois, l'utilisation du mercure, l'usage d'équipements de protection individuels notamment lors d'amalgamation, et l'origine et quantités de mercure utilisé.

Collecteurs : les informations concernent la collecte de l'or (quantité, prix pratiqué) et sur le mercure (origine, échange, quantité, prix, perception des dangers du mercure).

Populations (actifs et riverains) : les cibles sont les artisans miniers et les populations riveraines aux exploitations (MAPE), et les informations couvrent les caractéristiques sociodémographiques, l'habitat, l'état de santé, l'éducation, le niveau de vie et d'instruction, et la perception des dangers du mercure. Le questionnaire comporte sept (07) modules :

- ✓ Données sociodémographiques ;
- ✓ Emploi (occupation), état de santé de l'enquêté et intoxication au mercure ;
- ✓ Habitat ;
- ✓ Alimentation ;
- ✓ Amalgames dentaires, crèmes et savons éclaircissants ;
- ✓ Emploi des femmes dans l'artisanat minier et contact avec mercure ;
- ✓ Perception des dangers du mercure ;
- ✓ Consentement pour le prélèvement de cheveux.

8.2 Matrices prélevées et analyses du mercure total

Pour mieux évaluer l'état environnemental et de santé liés à l'utilisation du mercure dans la MAPE, trois types de prélèvements sont programmés pour la détermination des teneurs en mercure total de :

- ✓ 50 échantillons d'eau de surface ;
- ✓ 30 poissons ;
- ✓ 50 prélèvements de cheveux humains.

Les moyens, méthodologie d'échantillonnage, conservation des échantillons et leur analyse pour le mercure total au laboratoire, sont décrites en **Annexe 2** et dans les paragraphes correspondants qui suivent.

8.3 Plan d'échantillonnage et taille de l'échantillon

8.3.1 Répartition des questionnaires

Pour toute l'enquête, 260 questionnaires au total ont été programmés, répartis comme suit :

- ✓ Structures de Santé : 30 ;
- ✓ Collecteurs : 30 ;
- ✓ Administrations : 10 ;
- ✓ Autres personnes (artisans miniers, sociétés de la MAPE et populations riveraines) : 190.

8.3.2 Identification des cibles

Pour se conformer aux TdRs et assurer une bonne représentativité de l'échantillonnage, les cibles sont majoritairement les populations potentiellement impactées par le mercure (artisans et populations riveraines), en tenant compte des catégories les plus vulnérables au mercure (femmes et enfants).

Tableau 4. Effectifs de l'enquête selon les objectifs, les cibles et les régions d'étude.

Arrondissements	Cibles						
	Administration			Structure de Santé	Activité Artisanale semi-mécanisée		Autres personnes
	Sous-Préfet	Maire	Délégué. D Mine*		Sur Alluvions	Sur Éluvions	
Batouri	1	1	1	2	1	1	23
Kétté	1	1		2	1	1	24
Ngoura	1	1		2	1	1	24
Bétaré-Oya	1	1		2	1	1	24
Garoua-Bouläi	1	1	1	3	1	1	22
Meiganga	1	1	1	2	1	1	43
Akom II	1	1		1			27
Eséka	1	1	1	1			26
Total	8	8	4	15	6	6	213
TOTAL	260						

**Délégué Départemental en charge des Mines*

NB : Par rapport au nombre et répartition des questionnaires, le nombre de structures de santé a été revu pour tenir compte de la réalité sur terrain. Les structures n'étant pas partout disponibles, elles se rencontrant seulement au niveau des chefs-lieux d'arrondissement, et non dans les chantiers. Compte tenu de leur diversité, le nombre d'administrations à enquêter a aussi été revu à la hausse.

8.3.3 Distribution de l'échantillon par Arrondissement (Autres personnes) : répartition des artisans miniers et populations riveraines à enquêter

Tableau 5. Distribution des questionnaires en fonction des groupes à enquêter

GROUPES SOCIAUX	CLASSE	ARRONDISSEMENT							
		ESÉKA	AKOM II	BATOURI	GAROUA-BOULAÏ	BÉTARÉ-OYA	MEIGANGA	NGOURA	KÉTTÉ
Femmes	Enceinte	1	1	1	1	1	2	1	1
	Jeune	1	1	1	1	1	2	1	1
	Moins jeune	1	1	1	1	1	2	1	1
	Riveraine	2	2	2	2	2	3	2	2
	Active	4	4	4	4	4	8	4	4
	Allaitante	1	1	1	1	1	2	1	1
Hommes	Chef	1	1	1	1	1	1	1	1
	Leader opinion	1	1	1	1	1	2	1	1
	Collecteur	1	1	1	1	1	2	1	1
	Vieux	1	1	1	1	1	1	1	1
	Actif	3	4	3	2	3	6	3	3
	Riverain	2	2	1	1	1	2	1	1
	Ancien artisan	1	1	1	1	1	1	1	1
Enfants	Fille	4	4	2	2	3	5	3	3
	Garçon	2	2	2	2	2	4	2	2
Total		26	27	23	22	24	43	24	24
TOTAL		213							

8.4 Organisation et déroulement de la collecte de données

Plusieurs séances de formation des enquêteurs ont précédé l'exécution des travaux d'enquête et de prélèvement de matrices sur terrain :

- ✓ Séance de travail des Membres de l'Équipe du Projet durant près de deux semaines en mai 2018, pour approfondir la connaissance des membres de cette équipe sur le mercure, ses effets environnementaux et ses dangers, et finaliser les différents questionnaires ;
- ✓ Mission de repérage sur terrain, reconnaissance des lieux, et manipulation du matériel de prélèvement des eaux, poissons et cheveux. Cette mission a aussi permis les premiers entretiens structurés avec les acteurs concernés (administrations, autorités diverses, organisations de la société civile) ;
- ✓ Réunion de démarrage de l'enquête, le lundi 25 juin 2018, pour s'assurer que tous les membres de l'Équipe d'enquêteurs ont une bonne compréhension sur le contenu des fiches d'enquête et leur administration sur le terrain. Il s'agit aussi de définir les personnes cibles pour administrer lesdits questionnaires, le prélèvement des échantillons d'eau, de poissons et de cheveux, de passer en revue la logistique et les besoins en matériels, d'arrêter un chronogramme de travail et l'itinéraire à suivre, et de définir le rôle de chacun des membres de l'Équipe d'enquêteurs et de prélèvement de matrices en vue d'analyse de mercure total.

A l'issue de cette séance de travail, l'échéancier de l'enquête a été établi, les travaux d'intervention organisés, et les responsabilités des uns et des autres, bien établies.

8.4.1 Entretiens

Toute l'équipe d'enquête sur terrain devait d'abord s'entretenir avec les Autorités Locales Administratives et Traditionnelles pour expliquer l'objet de la mission et les procédures d'enquête et d'échantillonnage, mais aussi pour s'assurer de leur appui pour sa réalisation.

8.4.2 Questionnaires

L'administration des questionnaires conduite sous la responsabilité du Chef de Mission de terrain, M. Adalbert Tjock et de la Sociologue, Mme Micheline Ndjetoh. Une équipe locale (deux (02) agents), recrutée sur place et ayant une bonne connaissance du milieu social, a apporté son soutien au renseignement des questionnaires.

Ce travail d'enquête et de prospection du terrain a également bénéficié de l'appui des notables gracieusement mandatés par les chefs traditionnels pour assurer l'acceptabilité et faciliter l'administration des questionnaires, plus spécialement le consentement écrit des personnes pour le prélèvement de mèches de cheveux.

En respect du genre et de l'âge, trois groupes de population ont été définis (femmes, hommes et enfants). Les questionnaires des femmes et enfants ont été confiés à Mme Micheline Ndjetoh et les Hommes, à M. Adalbert Tjock, pour faciliter l'introduction des enquêteurs, les questions de genre étant diversement appréciées selon les localités et les groupes de population.

8.4.3 Prélèvements de cheveux

Les prélèvements de cheveux ont été confiés à Mlle Liliane Outekelek Ekath et à Monsieur Philippe Hobi Mbaga, aidés dans leur tâche par une équipe d'infirmiers recrutés localement.

8.4.4 Relecture, saisie et traitement

Un comité de relecture des questionnaires composé de M. Adalbert Tjock et Mme Micheline Ndjetoh a permis de vérifier leur contenu et d'harmoniser leurs structures.

Suite à la collecte des données, les différents questionnaires ont été remis au Statisticien de et son équipe de saisie qui se sont chargés du traitement des données. Le travail comporte plusieurs étapes.

La codification et la saisie des données collectées : la codification est l'attribution de chiffres ou codes à chaque réponse du questionnaire afin d'effectuer la saisie qui n'est autre que l'insertion de ces codes dans un masque de saisie préconçu à l'aide d'un logiciel spécifique ;

L'apurement global et la labellisation des données : l'apurement consiste à traiter toute incohérence pouvant s'immiscer lors de la collecte ou de la saisie des données ainsi que les valeurs manquantes, la labellisation venant remplacer les codes de saisie par leurs réelles dénominations conformément aux questionnaires dans la base de donnée finale ;

L'analyse globale des données : Il s'agit du traitement des données pour sortir les résultats qui permettent d'atteindre les objectifs fixés conformément aux termes de références.

Pour finaliser ces objectifs, des identifiants ont été attribués à chaque questionnaire correspondant à un habitant, ou à un ouvrier d'un site d'orpaillage. Chaque identifiant est composé de 5 positions dont la première correspond à la première lettre de la région à laquelle appartient le site d'orpaillage (ex. : S correspond à la région du Sud), les 2 positions suivantes correspondent au diminutif du site d'orpaillage (ex. : NG correspond au site de Ngoura), les deux dernières positions correspondant au numéro du répondant au sein du site d'orpaillage.

Après l'attribution d'un identifiant à chaque questionnaire, la codification chiffrée des données a été réalisée ; cette dernière est suivie de la saisie des questionnaires à l'aide du Logiciel EpiData. Cette phase du traitement a été suivie de l'apurement et de la labellisation des données afin de parer aux incohérences en phase de collecte ou celle de saisie des données, et aux valeurs manquantes. L'analyse des données en phase finale est effectuée à l'aide du Logiciel SPSS. Les résultats du travail statistique sont ressortis dans les tableaux et graphiques présentés et discutés dans les paragraphes suivants.

9 RESULTATS DE L'ENQUETE

Pour les zones d'étude, la population des Régions d'Adamaoua et de l'Est représentent respectivement 5,4 % et 3,7% de la population totale du Cameroun. La Région du Centre est la plus peuplée (18,63%).

Pendant la phase de collecte des données proprement dite, plusieurs sites d'exploitation artisanale et semi-mécanisée de l'or, les structures de santé, les autorités administratives et traditionnelles, les communautés décentralisées, et les populations minières et riveraines de ces sites ont été visités.

9.1 Structure, caractéristiques de la population, et degré de sensibilisation aux dangers du mercure

Il s'agit de présenter les caractéristiques générales de la population enquêtée par Arrondissement, sans distinction d'âge afin d'apprécier le profil sociodémographique de l'ensemble des enquêtés et leur degré de sensibilisation aux dangers du mercure.

9.1.1 Batouri

L'Arrondissement de Batouri qui compte 67.007 hab., est situé dans le Département de la Kadey dans la Région de l'Est Cameroun. Sa population est formée des autochtones Kako, plusieurs allogènes provenant des autres Régions et des réfugiés Centrafricains. Les activités principales menées par ces populations sont l'agriculture, la pêche, l'artisanat minier, l'élevage et le petit commerce.

Batouri est le plus vieux site d'exploitation de l'or dans la Région de l'Est, voire même du Cameroun tout entier. Cette activité artisanale a depuis l'antiquité été menée par les femmes, les hommes et les enfants originaires de cette région. Néanmoins, depuis une décennie l'exploitation artisanale semi-mécanisée et l'amalgamation au mercure, ont été introduites par les Chinois.

Pour le Sous-préfet et le Maire de cette unité administrative, les populations se plaignent en général des changements négatifs observés sur l'environnement depuis l'arrivée des Chinois : gros puits béants, couleur de l'eau de la Kadey, poissons à anomalies bizarres ... Ils sont informés de la rumeur de l'utilisation du mercure par les chinois et pensent que les artisans l'utilisent aussi. Mais ils n'ont jamais vu ce produit et ne connaissent pas non plus ses dangers pour la santé. Le Préfet de la Kadey dit n'être même pas au courant de l'utilisation de ce métal liquide dans son Département.

La responsable chinoise de la structure mécanisée visitée dans la zone de Nyabi affirme utiliser le mercure avec un dispositif très peu sécurisant, avec mélange du mercure à la main. Elle sait que le mercure est nocif pour la santé, et elle dit avoir vérifié sa situation d'intoxication en Chine. Elle ne sous-estime pas le degré du danger de ce métal sur la santé.



Figure 24. Mme Wan dans son chantier à Nyabi par Batouri.

La position des populations riveraine et active sur les dangers du mercure est mitigée. Les uns connaissent ce métal utilisé par les Chinois seuls, alors que les autres se le procurent chez les collecteurs et l'utilisent. Nul ne semble connaître les dangers du métal pour la santé, y compris les responsables de la structure sanitaire Kambele II la plus proche.

9.1.2 Ketté

Ketté (76.568 hab. : 47.741 Camerounais et 31.692 réfugiés Centrafricains) est situé dans le Département de la Kadey dans la Région de l'Est Cameroun. Sa population est formée des autochtones Gbaya, de quelques allogènes issus des autres Régions du Cameroun et d'une forte population de réfugiés Centrafricains. Les activités principales menées par ces populations sont l'artisanat minier, l'agriculture, l'élevage, la pêche et le petit commerce.

L'exploitation de l'or est pratiquée par les femmes, les hommes et les enfants Gbaya, mais aussi par des Centrafricains, des Chinois et des Coréens. Le mercure a été introduit par la mécanisation chinoise. A l'unanimité, les autorités et les populations reconnaissent que les Entreprises coréennes n'utilisent pas de mercure dans leurs activités.

Pour le Maire de Ketté, l'utilisation du mercure par les Entreprises Chinoises qui détournent le lit naturel de la rivière Kadey et qui draguent le lit sont des vérités. C'est aussi une évidence pour les artisans qui exploitent en lisière de ces Chinois.

Le Maire connaît bien les conséquences de l'utilisation du métal sur la santé, pour avoir participé à plusieurs séminaires à ce sujet. Il n'a pas oublié de mentionner dans ses lamentations, la catastrophe environnementale causée par cette mécanisation : destruction de la mangrove, disfonctionnement de l'écosystème halieutique, couleur inhabituelle de l'eau de la Kadey et de ses affluents, débande totale des hippopotames, serpents Boa et de toute la grande faune, sans oublier des poissons qui présentent des anomalies. Il salue la bonne initiative de cette étude qui est la réponse directe donnée par le Gouvernement aux cris et

plaintes des élus locaux des Arrondissements à activités minières, par rapport aux dégâts causés par la mécanisation.

L'Adjoint au Sous-préfet ne connaît pas le mercure, s'il est utilisé dans l'exploitation de l'or dans la zone, ni les conséquences de ce métal sur la santé.

Les responsables Chinois de la structure de mécanisation visitée d'un site d'orpaillage de Kana affirment utiliser le mercure avec un dispositif très peu sécurisant. Ils le mélangent à la main et le chauffent dans une assiette usagée en inox. Ils connaissent (plus ou moins) que le mercure est nocif pour la santé.

Toutes les personnes enquêtées confirment sans exception que la structure mécanisée Coréenne MGI basée à Beké, n'utilise pas de mercure pour l'exploitation de l'or. Mais cette Entreprise comme bien d'autres qui sont volontaires, se heurte à l'hostilité des populations qui veulent continuer de laver les chutes « Nguere » des puits dont l'exploitation semi-mécanisée est achevée, et s'opposent furieusement à la fermeture des anciens puits.

La position des populations riveraine et active à Ketté est influencée par la nationalité de l'exploitant de la mécanisation qui leur est proche. Si l'entreprise est Chinoise comme à Kana, les artisans riverains utilisent le mercure comme les Chinois, mais sans maîtriser les moyens de protection de santé lors de cette utilisation. Les populations de Beké, riveraines à l'entreprise Coréenne ne connaissent pas le mercure.

Ces faits indiquent bien le rapprochement entre l'introduction du mercure et l'installation des exploitations des Chinois dans ces Arrondissements, y compris celui de Ngoura.

9.1.3 Ngoura

L'Arrondissement de Ngoura (34.000 hab.) est situé dans le Département du Lom et Djerem dans la Région de l'Est Cameroun, où l'ethnie Gbaya est majoritaire, suivie de quelques allogènes venant des autres Régions, et des populations réfugiées de la Centrafrique. Les activités principales sont l'artisanat minier, l'élevage, l'agriculture, la pêche et le petit commerce.

L'exploitation de l'or dans cet Arrondissement est pratiquée par les femmes, les hommes et les enfants Gbaya, mais aussi par les Centrafricains et les Chinois. Le mercure est introduit par les entreprises de mécanisation chinoises qui détournent le lit de la Kadey et déversent du mercure sur les tapis des sluices de lavage des dragues pour récupérer l'or en fin de journée.

Le Sous-préfet entend parler de l'utilisation du mercure, mais il n'a jamais vu la pratique sur les lieux, et il ignore ses effets sur la santé. Il déplore cependant l'absence de collaboration, le mépris de l'autorité administrative et traditionnelle par les Chinois et le manque de respect des textes et lois qui régissent l'activité minière. Ces derniers utilisent sans crainte, de grandes quantités de ce poison dans l'exploitation semi-mécanisée de l'or.

Le Chef de second degré du Canton Gbaya à Ngoura a confirmé l'utilisation du mercure par les artisans riverains. Le métal est ramassé sur le sable à côté des tables de lavage dans les chantiers chinois, mais aussi auprès des collecteurs. Cette déclaration est importante, car si elle venait à se confirmer, elle prouverait que de grandes quantités de mercure sont rejetées dans l'environnement à l'issue de l'exploitation et du chauffage de quantité appréciables de mercure.

Les responsables des deux centres de santé enquêtés connaissent la toxicité du mercure, mais ils ignorent qu'il soit utilisé dans la zone pour amalgamer l'or.

Toutes les couches de la population d'artisans à Ngoura utilisent le mercure provenant des chantiers Chinois et des collecteurs, pour récupérer l'or. Elles ignorent cependant les impacts nocifs de son utilisation sur la santé.



Figure 25. Lavage du "Nguere" dans un puits après le passage de la mécanisation

9.1.4 Bétaré-Oya

L'Arrondissement de Bétaré-Oya (100.000 hab.) est situé dans le Département du Lom et Djerem de la Région de l'Est Cameroun. L'ethnie Gbaya est majoritaire devant quelques allogènes, venant des autres Régions, et d'une grande population de réfugiés de la Centrafrique. Les activités principales sont l'artisanat minier, l'élevage, l'agriculture, la pêche et le petit commerce.

L'exploitation de l'or dans cet Arrondissement est pratiquée par les femmes, les hommes et les enfants Gbaya, mais aussi par les Centrafricains et les Chinois. Le mercure a été introduit en 2016 par les entreprises de mécanisation chinoises qui effectuent des travaux dans le lit de la Kadey et ses affluents dont le Mali, tout en déversent du mercure lors de lavage (tapis des sluice, bacs de lavage et amalgamation) pour récupérer l'or, notamment en fin de journée.

Le Sous- Préfet affirme que le mercure est sérieusement utilisé dans son unité administrative, dans l'artisanat simple comme dans l'artisanat semi-mécanisé. Pour lui, les populations ne mesurent pas les dangers qu'elles courent à utiliser le mercure sans équipement de protection individuel et que l'introduction du mercure est récente.

Pour le Chef du village Mali et ses populations, l'activité est très récente (Septembre 2017 pour l'exploitation semi-mécanisée de Mme Lee et Janvier 2018 pour le chantier artisanal du Conseiller Municipal). Ils avaient été informés des dangers de l'utilisation du mercure depuis 1987 lors de traitement d'échantillons par amalgamation, par le Bureau de Recherche Géologique et Minière (BRGM). En effet, ils constatent de plus en plus dans la contrée, des cas d'avortement, de naissance d'un enfant à deux têtes, ou à trois pieds. Ils ne connaissent pas la source du mercure utilisé dans ces chantiers.

Pour l'autorité municipale, ce sont les entreprises étrangères, chinoises, coréennes et arabes qui ont introduit l'usage du mercure dans l'exploitation de l'or. Cette utilisation qui tend à se généraliser depuis 2016 dans l'artisanat, est un gros souci pour ces élus locaux.

Le District de Santé déclare recevoir des cas d'intoxication légère venant des sites

d'exploitation de l'or. Il s'agit plus précisément de deux enfants de 6 ans déclarés par leurs mamans, avoir bu accidentellement du mercure. D'après le responsable de l'hôpital, ces enfants présentaient des signes de fatigue, d'agitation, en plus d'une diarrhée légère. Le cas d'adulte est aussi cité, présentant des maux d'estomac à cause de l'inhalation du mercure. L'hôpital leur prodigue un traitement sous antibiotique et les observe pendant une journée avant de quitter. A la réception, les cas les plus fréquents issus des sites miniers, sont des noyades, des accidents d'éboulement, du paludisme et des maladies du péril fécal.

Le responsable de santé affirme l'enregistrement de 1000 patients environ par mois, parmi lesquels deux (2) à (3) cas seulement de légère intoxication au mercure se présentent. Il mentionne que l'hôpital ne dispose ni d'antidote du mercure, ni de protocole spécifique pour les cas d'intoxication, ni même des thématiques et moyens de sensibilisation liées spécifiquement au mercure dans leurs séances éducatives adressées aux femmes enceintes dans l'hôpital.

La mine artisanale semi-mécanisée s'est installée depuis septembre 2017. Le responsable Chinois de l'une des entreprises déclare utiliser le mercure dans ses opérations d'amalgamation dans un bassin de retenue d'eau. D'après ses dires, son entreprise utilise environ 2Kg de mercure pour une durée de 4 mois, et se ravitaille en cet élément à Bétaré-Oya, Yaoundé et parfois en Chine. Il prend des petites quantités de mercure chez divers Camerounais. Il n'a toutefois pas encore identifié des cas de maladies liées à l'intoxication au mercure dans son équipe de travail.

9.1.5 Garoua- Boulai

Comme Bétaré-Oya, l'Arrondissement de Garoua-Boulai (130.000 hab.) est situé dans le Département du Lom et Djerem de la Région de l'Est. L'ethnie autochtone est Gbaya, suivie de quelque allogènes venant des autres Régions et d'une forte population de réfugiés de Centrafrique installés dans plusieurs villages de cet Arrondissement. Les activités principales sont l'artisanat minier, l'élevage, l'agriculture, la pêche et le petit commerce.

L'exploitation de l'or est pratiquée par les femmes, les hommes et les enfants Gbaya, mais aussi par les Centrafricains et les Chinois. Le mercure est de même introduit par les entreprises de mécanisation chinoises qui draguent le Lom, et utilisent du mercure sur les tapis de lavage des dragues pour récupérer l'or.

Le Sous-Préfet a déjà entendu parler avec peu de détails, de l'utilisation du mercure dans l'exploitation de l'or, mais c'est grâce aux explications données par l'Équipe COMETE International, qu'il réalise les dangers sérieux de ce métal.

L'opérateur du Chantier South Lan à Nanamoya chauffe le mercure à l'aide d'une cornue et d'un dispositif plus ou moins sécurisant. Il utilise environ 300g de mercure pendant 04 à 05 mois. Il effectue 15 lavages par jour et obtient 50 à 90g d'or par mois. La source de ravitaillement en mercure n'a pas été donnée.

Les responsables de l'Hôpital Norvégien et le Centre de Santé de Bindiba, ignorent les nuisances encourues par l'utilisation du mercure. C'est à l'occasion de cette enquête qu'ils disent être informés pour la première fois. Ils ne reçoivent pas de patients venant de la mine. Dans leurs registres, ils traitent des cas de typhoïde, de paludisme et de diarrhées dues au taux élevé de séroprévalence du VIH/SIDA (5,2%).

Les populations artisanes déclarent utiliser le mercure depuis l'arrivée des Chinois. Elles connaissent bien le mercure, mais ignorent ses dangers pour la santé. Au chantier de Yassa par Bindiba, les artisans utilisent le mercure fourni par les collecteurs, sans aucune protection.

9.1.6 Meiganga

L'Arrondissement de Meiganga (102.000 hab.) est situé dans le Département du Mbéré de la Région de l'Adamaoua. La population englobe des ethnies Gbaya, Mbororo, des allogènes et des réfugiés Centrafricains. Les activités principales sont l'élevage bovin, l'apiculture, l'agriculture, la pêche, la chasse, l'exploitation artisanale de l'or et le commerce.

Les ouvriers de la MAPE sont des hommes, des femmes, des enfants, des centrafricains, des chinois et des coréens. L'exploitation suit des ruisseaux et des grands cours d'eau dont le Lom, Fom, Mbali, Mama,...

Pour les autorités administratives et traditionnelles, le mercure est introduit dans cette unité administrative par les opérateurs Chinois et son utilisation s'est disséminée dans la population. Cependant ni les autorités ni la population ne connaissent les dangers du mercure sur la santé.

Pour le responsable du Centre de santé de Batoua, un seul cas d'intoxication d'une dame qui travaillait chez les Chinois dans le chantier de Fom, a été recensé en 2017. Ce responsable aussi ne connaît pas les dangers d'utilisation du mercure sur la santé.

9.1.7 Akom II

Akom II (32.353 hab.) est un Arrondissement du Département de l'Océan relevant de la Région du Sud. Les populations autochtones sont majoritairement Bulu, avec de petites communautés pygmées Bagyéli disséminées dans la Forêt et d'autres groupuscules sociaux venant d'autres Régions du Cameroun. Les activités de survie sont l'agriculture, la chasse, le petit commerce et l'exploitation artisanale de l'or.

Dans cette zone forestière, l'exploitation de l'or se fait en bordure des cours d'eau dont Abiétié et Lokeng. Elle est la plus pratiquée par les autochtones Bulu (jeunes hommes, femmes et le moins d'enfants). L'une des particularités de la zone, est la pratique du travail de collecteur par les femmes âgées.

Les autorités administratives, l'exécutif communal, et la population ne connaissent pas l'usage du mercure pour récupérer l'or, et ses dangers pour la santé. Cependant, quelques hommes affirment avoir vu la pratique à Eséka lors du boom minier dans cette zone.

Seul le responsable du Centre de Santé connaît la propriété cancérigène du mercure, mais il n'a pas vent de son utilisation dans son aire d'action.

9.1.8 Eséka

Situé dans le Département du Nyong et Kélé dans Région du Centre, Eséka (30.860 hab.) est l'Arrondissement peuplé d'une majorité d'autochtones Bassa et de quelques allogènes venus du reste du Cameroun. Depuis le boom d'exploitation de l'or constaté en 2017, cette zone est devenue la cible de tous les artisans miniers provenant de la Région de l'Est, de l'Adamaoua, du Nord, d'Akom II, mais aussi de la Centrafrique, du Mali et du Tchad.

Située dans une forêt secondaire, l'exploitation de l'or se fait dans les bas-fonds et les zones marécageuses. Elle est menée plus par des hommes que des femmes, car il faut abattre les arbres, dessoucher et creuser pour atteindre le gravier aurifère.

Les autorités administratives sont au courant de l'utilisation du mercure par les orpailleurs dans la zone, mais elles n'ont engagé aucune action pour arrêter la coulée, alors que les populations riveraines et quelques personnes actives rencontrées sur terrain avouent utiliser le mercure.

Le mercure provient de l'Est, de l'Adamaoua et des collecteurs Maliens et Tchadiens installés dans le campement du site d'exploitation d'Eséka village.

Les populations actives et riveraines et les autorités administratives et traditionnelles ignorent les dangers du mercure pour la santé.



Figure 26. Vue anarchique du Site d'exploitation d'Eséka village.

9.2 Population minière, provenance, structure, âge, genre, et revenus

9.2.1 Sites d'exploitation artisanale

La population d'exploitants rencontrée comprend des femmes dont des enceintes, des hommes et des enfants. L'âge varie de 05 mois à 55 ans. La structure est formée à la tête d'un chef chantier qui est presque le propriétaire, d'une équipe de creuseurs, de concasseurs, de broyeurs, de tamiseurs, de laveurs de battées, de collecteurs et de vendeurs.

Chef Chantier : c'est le propriétaire officiel du chantier, qui pour la plupart du temps est de sexe masculin, disposant d'une carte d'artisan minier. Il interagit avec l'administration et le CAPAM. Il a à sa disposition une équipe de creuseur, et un moulin à broyer. Il procure les pierres minéralisées à d'autres artisans qui travaillent sur le site, selon leur pouvoir d'achat.

Creuseurs : leur rôle est de creuser et de casser la pierre en moellon, dans des cuvettes à talus bordier de plus de 15 mètre de hauteur.

Concasseurs : ils achètent auprès du propriétaire du site des moellons qu'ils concassent en un mil de grain plus réduit. Ce sont plus de femmes et de jeunes filles, que de garçons et d'hommes adultes.

Broyeurs : un moulin à essence broie finement la pierre ; l'opérateur de ce moulin reçoit les pierres de chez les concasseurs, chacun à ses propres frais.

Tamiseurs : le produit finement broyé, est tamisé surtout par les petites filles pour fournir une poudre fine, prête pour le lavage.

Laveurs : Ils lavent la poudre aurifère dans des bacs de lavage à l'aide des battées construites pour la circonstance ; l'opération se pratique le plus par des femmes et des jeunes filles. La barbotine préparée est prête à la battée par amalgamation au mercure.

Amalgameurs : le mercure est versé soit directement dans la barbotine pour battée et manipulée à la main sans protection, soit préchauffée dans une assiette en aluminium, sans protection contre les fumées. Les opérateurs de lavage et de préchauffage sont le plus des femmes et des jeunes enfants/filles.

Collecteurs : ce sont les acheteurs de production et fournisseurs du mercure sur site. Ils peuvent préfinancer l'achat de pierres à concasser. La plupart du temps ce rôle est imparti aux jeunes garçons vigoureux et véreux qui passent tout leur temps au chantier à suivre minute par minute l'évolution des activités. Ils peuvent maîtriser toutes les formes de duperies, et les besoins quotidiens des artisans.

L'artisanat se fait aussi en aval des sites d'exploitation active semi-mécanisée, des sites semi-mécanisés abandonnés, des sites traditionnels (dont Kambelé à Batouri) le long des petits cours d'eaux (Longkeng et Abiéti à Akom II) et dans les marécages (Eséka).

Les orpailleurs sont formés de populations de villages riverains, et de populations allogènes d'horizons divers, y compris les pays voisins (République Centrafricaine, Mali, Tchad...)

Le revenu journalier moyen d'un ménage ne dépasse pas 3000 FCFA. Ce revenu provient essentiellement des activités d'orpillage et de la petite pêche (Région de l'Est et de l'Adamaoua), mais aussi de l'agriculture, de la chasse (Akom II, Eséka) et du petit commerce. Ces populations sont pratiquement au seuil de la pauvreté.

Les populations actives dans l'exploitation artisanale de l'or sont à près de 50% sensibilisées par le CAPAM sur les dangers liés au mercure. Cependant, ces actifs ne sont pas sensibles à l'information reçue, et continuent à manipuler le mercure à la main, ou à inhaler les vapeurs du métal en cours de préchauffage sans la moindre protection.

9.2.2 Site d'exploitation semi-mécanisée

Douze (12) entreprises semi-mécanisées ont été visitées. La population de chaque site est formée en moyenne de 4 Chinois et 10 Camerounais. Au total environ 140 travailleurs sont recensés, dont l'âge varie de 25 à 60 ans. Parmi ces personnes, 24 individus sont de sexe féminin (ménagères camerounaises et des chinoises). La production mensuelle en or de ces sociétés varie de 50 à 90g, le prix d'un gramme d'or éluvionnaire varie de 13.000 à 14.000 FCFA.

La structuration des tâches n'est pas très différente de celle exposée plus haut ; se retrouvent essentiellement :

- Le propriétaire du permis ;
- **Chef chantier** qui est Chinois ; il supervise l'activité sur le site, et interagit avec l'administration locale ;
- **Superviseurs des domaines d'activités** qui sont des Chinois et qui supervisent chacun un pan de l'activité sur terrain ;
- **Ouvriers** : ils sont camerounais et opérateurs machinistes, traducteurs, conducteurs d'excavateurs, chauffeurs de camion, laveurs, ménagères et bien d'autres tâches...
- **Amalgameurs** : ce sont les chinois eux-mêmes qui s'occupent de l'amalgamation au mercure ; ils utilisent un dispositif peu sécuritaire au contact du mercure et de ses vapeurs issues du chauffage.

Les populations des sites ASM sont bien sensibilisées sur les dangers du mercure. Une emphase est mise sur les dangers liés au contact direct avec le mercure, mais cette insistance

n'est pas toujours prise en compte par les manipulateurs de ce métal. La gestion et le recyclage des eaux de lavage contaminées est prise à la légère, ce qui peut engendrer des impacts sur les eaux des cours d'eau voisins.

9.3 Population riveraine : provenance, âge, genre, revenus

La population riveraine aux sites d'exploitation artisanale et semi-mécanisée de l'or est formée des artisans miniers eux-mêmes, de pêcheurs, d'agriculteurs et d'opérateurs de petit commerce, originaires de ces zones et provenant d'autres régions, y compris des pays voisins. Elle est constituée d'enfants, d'hommes et de femmes dont l'âge varie de 0 et 80 ans. Le revenu journalier moyen d'un ménage est de l'ordre de 3000 FCFA.

9.4 Alimentation des populations enquêtées et risque d'imprégnation au mercure.

Les populations orpailleuses et riveraines des sites d'exploitation de l'or dans les quatre (04) Régions d'étude utilisent presque toutes l'eau provenant des cours d'eaux pour les besoins domestiques et de boisson. C'est aussi dans ces cours que se pratique l'exploitation des berges ou le dragage des lits et par ricochet l'utilisation du mercure.

Elles consomment également la viande issue de l'élevage des bœufs, de poulets et du gibier, boîtes de conserve, l'eau des rivières environnantes, et des légumes cultivés localement (tomate, piment, concombre, choux, morelles...). Cette alimentation a pour base protéinique la viande et le poisson.

Si le mercure utilisé dans la phase de lavage du concentré est drainé et reversé vers les cours d'eau, il peut imprégner les poissons qui sont consommés par la population. Au long terme, le mercure se transforme en méthylmercure (HgCH_3^+) qui est un composé organique bioaccumulatif et hautement toxique pour l'homme. Il est donc évident que cet usage du mercure dans l'artisanat minier est à craindre quant à ses conséquences sur la santé humaine.

9.5 Genre et orpillage

Hommes et femmes sont tous deux impliqués dans l'activité minière artisanale, comme ouvriers à différentes échelles de l'exploitation (qu'elle soit semi-mécanisée ou purement artisanale), en tant qu'acteurs économiques dans les activités auxiliaires à l'exploitation minière artisanale, et parfois en tant que simples membres des communautés riveraines à l'activité minière.

Dans les sites miniers, surtout ceux de la mécanisation et anciens sites comme Batouri, les ouvriers englobent hommes, femmes et enfants. L'exploitation ne respecte pas la réglementation. Les règles de sécurité sont pratiquement ignorées.

Dans les sites miniers artisanaux et semi mécanisés comme Kambelé à Batouri, les femmes travaillent à la mine, c'est un labeur acharné et parfois à haut risque. Ces femmes sont exclues des cercles de décision. Au plan travail, elles sont les piliers de l'exploitation minière artisanale, car elles participent autant à l'orpillage, au creusage, au transport, au broyage, au tamisage et au lavage, qu'au commerce des biens et services.

23% des femmes utilisent le mercure dans les activités d'exploitation de l'or. Celles accompagnées d'enfants qu'elles soient allaitantes ou porteuses de grossesse, représentent plus de 16% des femmes interrogées. Sachant que la propension qu'une mère contaminée par le mercure contamine son nourrisson par allaitement ou le fœtus *in utero*, le risque d'imprégnation au mercure est élevé.

Les femmes propriétaires de puits ou détentrices de titres miniers sont inexistantes dans tous les sites visités. La prostitution et les violences sexuelles et physiques, sont doublées de propagation de maladies sexuellement transmissibles.

Pourtant, l'exploitation minière artisanale et semi-mécanisée devrait bénéficier à la promotion de la femme, à la croissance économique et au renforcement de l'entrepreneuriat minier féminin. Ceci n'est pas le cas pour nos artisanes minières. Cette participation plurielle et les obstacles à leur reconnaissance comme acteur économique sont souvent passés sous silence.

Pour illustrer l'ancrage de leur activité dans le vécu quotidien des femmes ainsi que leur professionnalisation, elles sont pour la plupart désignées par l'appellation locale de femme « Nagbata ».

9.6 Travail des enfants

La convention n°182 de l'OIT se rapporte au critère d'âge de 0-18 ans pour définir l'enfant. La majorité pénale au Cameroun est fixée à 18 ans, âge de référence pour l'Administration publique. C'est aussi l'âge requis pour tout emploi à la Fonction Publique.

Le travail des enfants est défini comme *“ toute activité entreprise par une personne de moins de 18 ans, rémunérée ou non, dangereuse ou inappropriée pour son âge, pour sa santé ou qui nuit à sa scolarisation ou à son développement social, mental, spirituel ou moral”*. Dans cette définition, il ne faut pas oublier l'exercice excessif des activités non-économiques.

D'après nos résultats, la majorité des mineurs âgés de 6 à 17 ans, possède une expérience dans l'orpaillage, soit 93,75% de la population mineure totale correspondant à cette tranche d'âge. La population mineure orpailleuse est majoritairement composée de filles (76%), soit 71,88% de la population orpailleuse mineure totale.

La population non-orpailleuse mineure est constituée à proportion égale de garçons et de filles, pour les tranches d'âge précédentes.

Les orpailleurs mineurs les plus nombreux sont âgés de 16 ans tandis que les orpailleurs mineurs les moins nombreux ont 6 à 12 ans. Quand l'exploitation s'effectue dans des cours d'eaux ou d'anciens puits, les enfants s'occupent du creusage et du lavage. Si le minerai est en roche dure, il doit être concassé. Le concassage au marteau est confié aux enfants, à l'aide de pièces de voiture ou de motos transformées en marteau. Le concassage se fait dans des conditions sécuritaires précaires. Très souvent, les concasseurs quel que soit le genre, sont sans équipements de protection individuels.

Dans le cycle d'exploitation, les enfants ont à charge le creusage, le concassage, le broyage, le tamisage et le lavage. Ceux qui s'occupent du lavage utilisent le mercure directement, sans protection. Ils sont parmi les plus exposés à l'imprégnation au mercure à un âge très précoce. En plus des activités minières, les enfants se déploient sur les sites pour garder leurs jeunes frères et sœurs nourrissons, pour du petit commerce, pour passer des produits illicites (drogue et alcools frelatés), ou pour du vol, banditisme et prostitution.

Des mesures fortes doivent donc être prises et scrupuleusement respectées pour l'interdiction du travail et de la présence des enfants sur les sites d'exploitation minière.

10 QUESTIONNAIRES ET ENTRETIENS STRUCTURES

10.1 Administration des questionnaires

L'administration des questionnaires s'est déroulée du 29 Juin au 14 Juillet 2018. Les autorités administratives, les élus locaux, les chefs traditionnels, les responsables des structures de santé, les représentants de la société civile, les acteurs de l'artisanat minier, les populations riveraines et les collecteurs ont été rencontrés les uns dans leurs bureaux ou à leur résidence, et les autres dans leurs boutiques.

Dans chaque chef-lieu d'Arrondissement ciblé, l'équipe se rendit chez l'Autorité administrative compétente (Préfet, Sous-préfet, Maire, Forces de l'ordre, Chef de village...) pour signaler son arrivée, et pour expliquer à l'autorité concernée l'objet du travail à effectuer, la durée de l'intervention et les sites à visiter. C'est aussi à cette occasion que le questionnaire administration est adressé.

L'Équipe se déporte ensuite vers les sites et les villages riverains à l'exploitation artisanale et semi-mécanisée de l'or, pour rencontrer les membres de la population ciblée. L'Équipe est accompagnée par un guide recommandé et affecté par le Chef, ou engagé à son propre compte. Sur les lieux (sites miniers, villages riverains), l'enquête est présentée au groupe de personnes cibles en expliquant les objectifs, les commanditaires, l'adjudicataire et les différentes articulations (questionnaires, prélèvement d'échantillon d'eau et de cheveux).

Un temps suffisant est laissé à l'enquêté pour demander des éclaircissements quant à la compréhension du concerné des différentes articulations du questionnaire, et donc son consentement. Celui-ci est remercié à la fin de séance. Les questionnaires suivants sont ensuite administrés au groupe cible dans l'ordre le mieux organisé.



Figure 27. Équipe d'enquête à la fin d'une séance de travail avec le Chef de Canton de Bindiba par Garoua - Boulai

10.2 Problèmes rencontrés

Les difficultés rencontrées en cours d'administration des questionnaires sont comme suit :

- Le temps imparti à la collecte des données s'est avéré très court ;
- La diversité des tâches des autorités administratives et traditionnelles (Sous-préfet, Maire et certains Chefs de village) limite leur disponibilité ;
- Le faible niveau d'instruction des enquêtés demande des éclaircissements ;
- La réticence de certaines personnes quant au prélèvement volontaire de cheveux ;
- L'absence des statistiques dans les structures de santé ;
- La démotivation de certains enquêtés à répondre tous les jours aux questions sans retour d'information sur les résultats des multiples enquêtes ;

- L'insécurité liée à l'enclavement de certains sites miniers, et à la présence de réfugiés centrafricains dans les Régions de l'Est et de l'Adamaoua ;
- La méfiance de certains enquêtés par rapport aux questions liées au mercure (origine, sources d'approvisionnement, prix, quantité, prix, utilisation, nuisances pour la santé).

10.3 Témoignages des populations minière et riveraine sur les symptômes d'imprégnation au mercure

Témoignage d'une artisane minière ; *Habiba Alim*, au site de Yassa/ Bindiba par Garoua-Boulai : « *Je connais le mercure, je l'avais utilisé sans aucune protection, ainsi que tous les artisans qui travaillaient ici en 2016 quand les Chinois exploitaient ce site. Je l'achetais auprès des gardiens des Chinois, 1/2 litre à 300.000 FCFA et 1L et demi à 800.000 FCFA, quand j'attrapais l'or avec, je gardais ces boules d'or dans ma bouche et je gardais une sensation bizarre dans ma bouche [goût métallique] pendant une semaine. Cette sensation était semblable à celle que j'avais sentie lors de la mise du plomb dans ma dent trouée. Si je connaissais ses effets sur la santé, je ne l'aurais pas utilisé.*»

Cette sensation de goût bizarre dans la bouche, est la description réelle du goût du métal et un début d'imprégnation de la bouche et de la salive par le mercure.

Témoignage du Conseiller Municipal, propriétaire d'un site artisanal et artisan minier, M. Ndokayo Mbonmo du village Longa-Mali par Bétaré-Oya : « *Nous utilisons le mercure sans protection dans nos activités d'exploitation artisanale de l'or à Longa-Mali depuis l'arrivée des Chinois qui l'ont utilisé eux aussi dans les cours d'eau Lom et Mali. Ce sont les collecteurs qui nous procurent ce produit actuellement contre notre production d'or. Nous buvons de l'eau provenant de ces différents cours d'eaux. Nous constatons beaucoup de cas de fausse couche, de mort-né et d'avortement dans notre village. Pour moi le Gouvernement a commandité tardivement cette étude ; nos vies sont sacrifiées et notre espérance de vie diminuée.*»

11 DÉPOUILLEMENT DES QUESTIONNAIRES ET RESULTATS

11.1 Caractéristiques générales de la population étudiée

11.1.1 Pyramide d'âge

Le graphique suivant montre que la population potentiellement active vivant dans les sites de la MAPE, est fémininement jeune ; les hommes âgés de 20 ans à 50 ans dominent également.

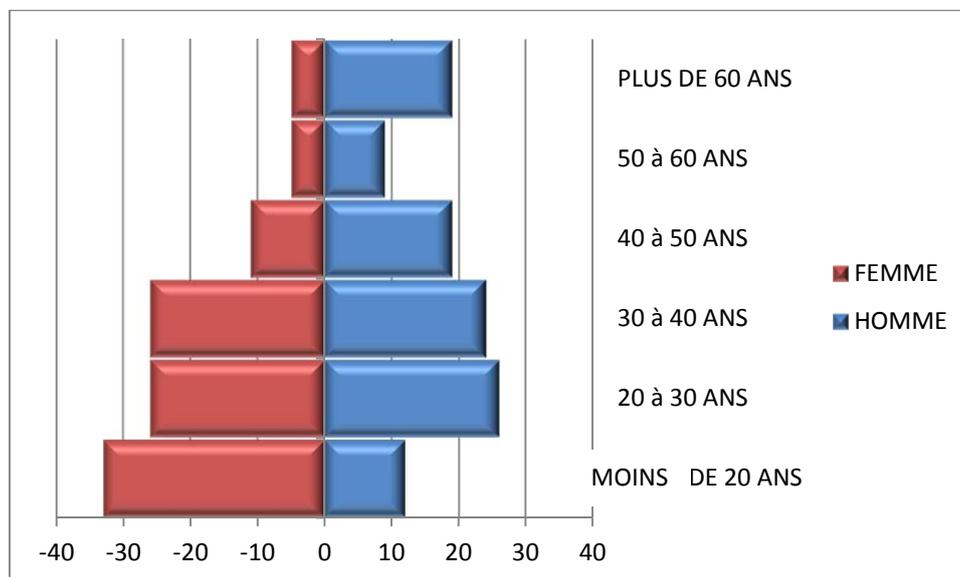


Figure 28. Pyramide d'âge de la population étudiée

11.1.2 Répartition de la population par région

La figure suivante synthétise la répartition régionale de la population étudiée, qui est à plus de moitié issue de la région de l'Est. Les originaires de l'Adamaoua représentent environ le cinquième de la population totale. Les populations du Centre et du Sud sont sensiblement équivalentes et minoritaires parmi le total.

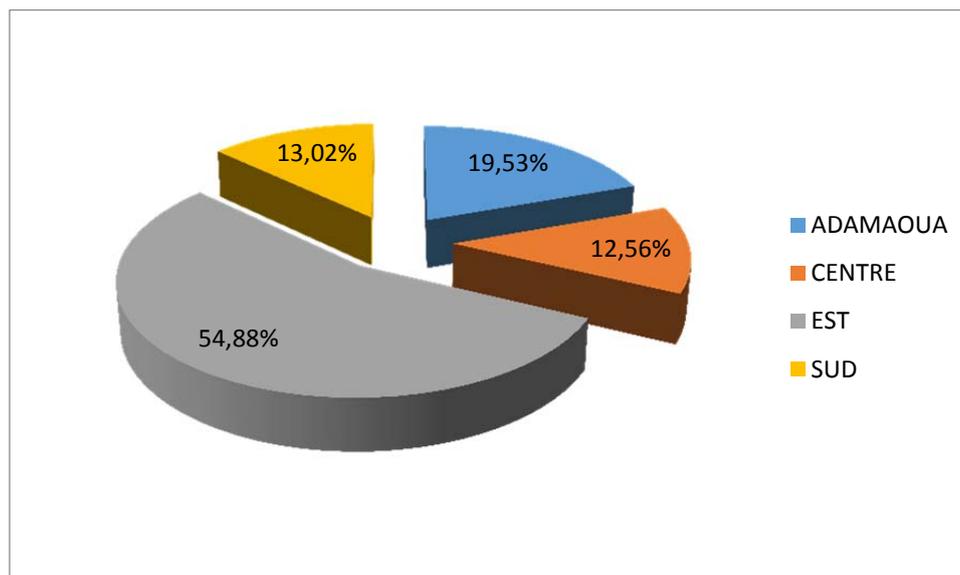


Figure 29. Pourcentages pondérés de la population par région

11.1.3 Répartition de la population selon l'emploi

Les sans-emplois dominent et représentent plus du tiers de la population. Le quart est constitué d'artisans miniers ou orpailleurs, suivis de population agricole (12,56%).

Cette population est très faiblement scolarisée (3,26%). Les jeunes abandonnent l'école très tôt pour un emploi à gain immédiat, surtout l'artisanat minier et le petit commerce. Les écoles abandonnées se constatent. Les parents sont impuissants face à cette réalité, et les enfants eux-mêmes le confirment : « ... on va à l'école pour chercher l'emploi et gagner de l'argent, si on peut gagner cet argent très tôt et sur place, à quoi nous servirait ce perd temps qu'est l'école ? ».

Cette situation mérite une attention particulière de la part des parents, administrations et toutes les forces vives camerounaises pour arrêter cette situation de déperdition scolaire précoce.

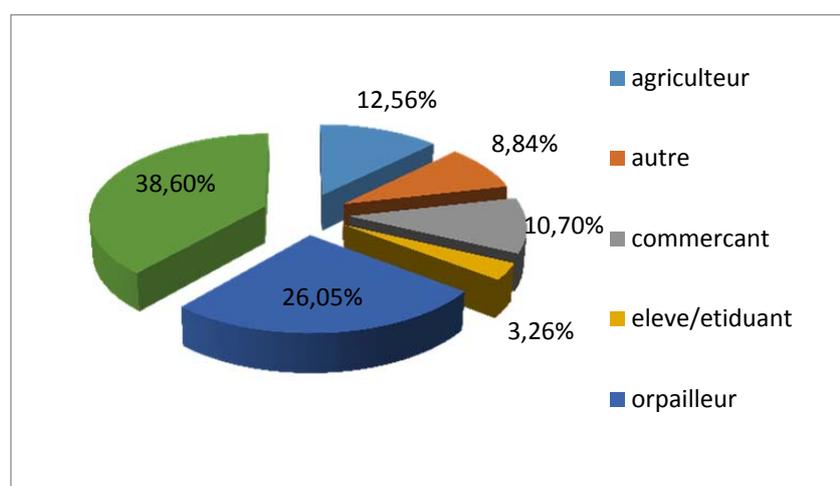


Figure 30. Répartition de la population selon l'activité

11.1.4 Répartition de la population selon l'ethnie

La répartition ethnique de la population étudiée donne des résultats similaires à ceux de la répartition de la population des Régions, étant donné que cette population est majoritairement autochtone. La population Gbaya originaire de l'Est et de l'Adamaoua est majoritaire avec près de 60%, suivie de la population Bulu qui représente environ 15%. Il existe aussi une population allogène (autre, qui représente 8,37%) qui est fortement constituée de l'ethnie Bamiléké, ce qui s'explique par la forte mobilité sociologique de ces derniers.

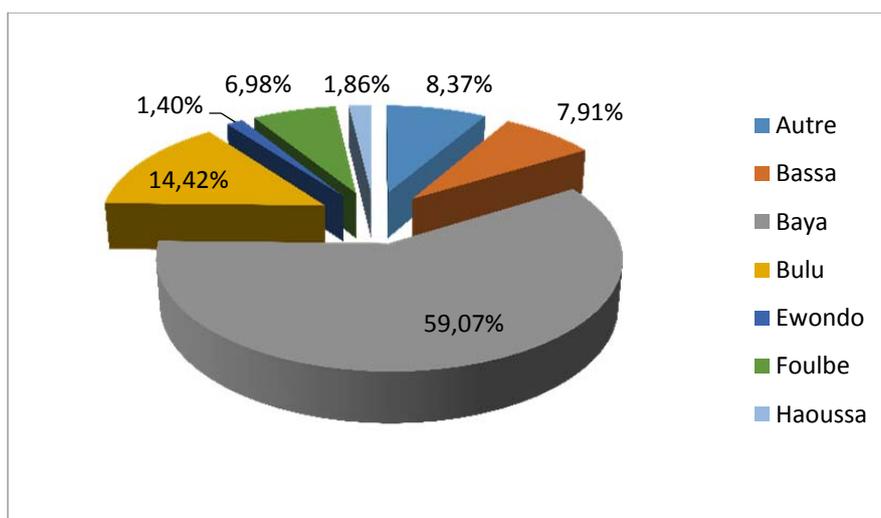


Figure 31. Répartition de la population par ethnie

11.1.5 Répartition de la population selon la religion

La population dominante est chrétienne (82,24%), le reste étant quasiment de religion musulmane.

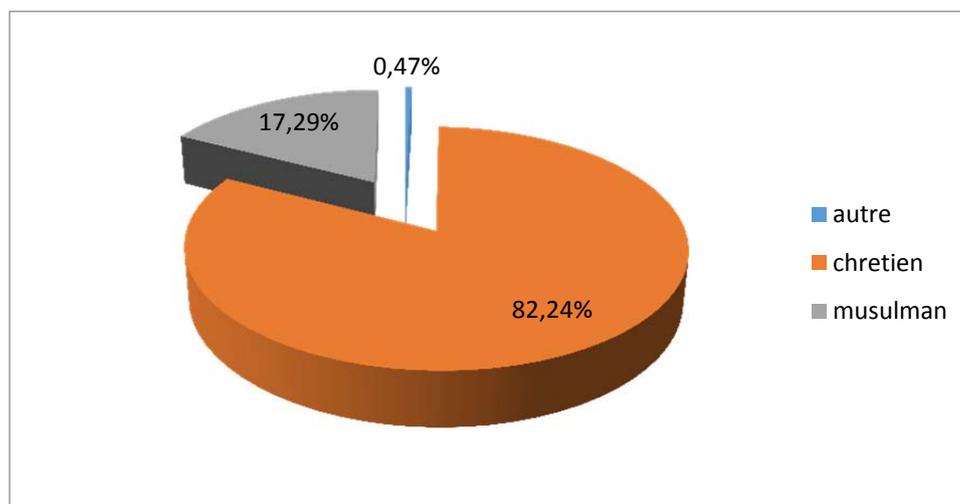


Figure 32. Répartition de la population par religion

11.2 Analyse des caractéristiques de l'artisanat minier et orpillage chez la population étudiée

Cette partie a pour but d'identifier et d'analyser la corrélation existant entre l'utilisation du mercure, la perception des dangers de cet élément par la population étudiée, et les différentes caractéristiques propres à cette dernière.

11.3 Relation entre genre et utilisation de mercure

23% des femmes travaillant dans l'artisanat minier, utilisent le mercure. Cette corrélation validée par le test de Khi2 ($p=0,03 < 0,05$) montre aussi que plus de 90% de la population masculine n'utilise pas le mercure dans son activité quotidienne. Ceci amène à valider l'hypothèse selon laquelle le mercure est utilisé différemment selon le sexe. En effet, avec une marge d'erreur de 5%, les femmes ont tendance à manipuler le mercure plus que les hommes parce qu'elles représentent le maillon de la chaîne qui s'occupe de préférence du lavage à la battée de par leur dextérité. C'est à cette étape de l'activité artisanale qu'est introduit le

mercure pour récupérer la poudre d'or dans des conditions peu pénibles. En majorité, les hommes s'occupent surtout du creusage nécessitant plus d'effort physique.

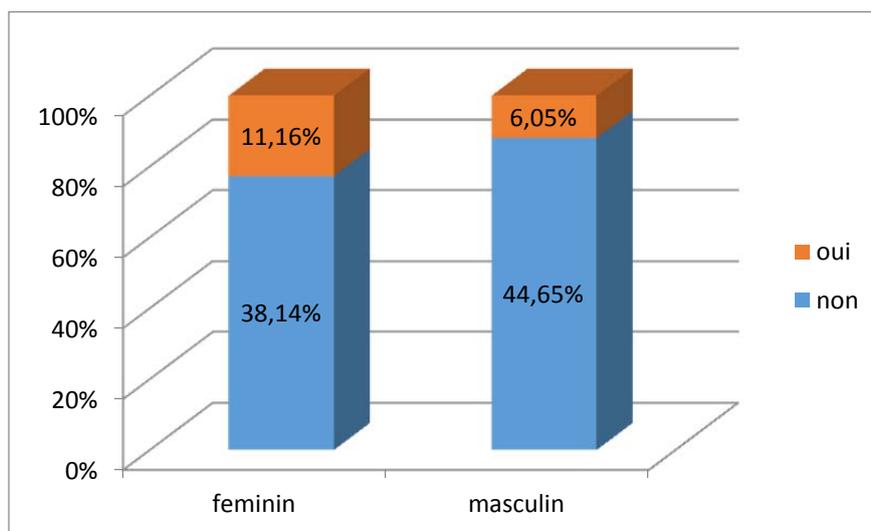


Figure 33. Répartition de l'utilisation du mercure selon le genre.

11.4 Relation entre zone d'orpaillage et utilisation de mercure

Le mercure est utilisé différemment selon la zone d'orpaillage. En effet, le test du Khi2 ($p=0,000 < 0,05$) permet avec une marge d'erreur de 5%, de rejeter l'hypothèse d'indépendance entre la zone d'orpaillage et l'utilisation du mercure ; en d'autres termes, les résultats synthétisés dans le tableau suivant permettent d'affirmer que les orpailleurs de Bétare-Oya et de Ngoura utilisent beaucoup plus le mercure que ceux d'Akom II et du Meiganga.

Cette situation est liée au fait que la mécanisation qui a introduit le mercure dans l'artisanat minier, a démarré dans zone de Bétaré-Oya. Les orpailleurs étant très mobiles à la recherche de nouveaux chantiers partagent aussi les nouvelles expériences entre eux d'où la dissémination de l'utilisation du mercure dans les Arrondissements voisins de l'Est et de l'Adamaoua.

Cette mécanisation qui véhicule de grandes quantités de mercure n'est pas encore présente à Akom II et à Eséka. D'où la faible utilisation, voire même non-utilisation du mercure dans ces deux zones.

Tableau 6. Relation entre zone, site d'orpaillage et utilisation du mercure

$p=0,000 < 0,05$	NON	OUI	Total
AKOM II	15,73%	0,00%	13,02%
BATOURI	10,11%	10,81%	10,23%
BETARE OYA	6,74%	29,73%	10,70%
ESEKA	14,04%	5,41%	12,56%
GAROUA	13,48%	2,70%	11,63%
BOULAY	9,55%	18,92%	11,16%
KETTE	22,47%	5,41%	19,53%
MEIGANGA	7,87%	27,03%	11,16%
Total général	100,00%	100,00%	100,00%

11.4.1 Relation entre zone d'orpaillage et durée dans l'activité

La durée ou expérience dans l'orpaillage est aussi fortement dépendante du site d'orpaillage ($p=0,002 < 0,05$). En effet, ces résultats montrent clairement que les orpailleurs d'Eséka sont bien moins expérimentés que ceux de Garoua Boulaï. Ceci peut s'expliquer par le fait que l'or a été découvert à Garoua-Boulaï avant Eséka, mais aussi par le fait que l'introduction du mercure dans l'exploitation artisanale de l'or est récente, liée à la mécanisation, C'est pourquoi les anciens artisans miniers de Garoua-Boulaï, Bétaré-Oya et Batouri ne connaissent pas le mercure, ou ne l'ont jamais utilisé durant leur cycle de travail. Au contraire, certains artisans exerçant dans les nouveaux sites comme à Eséka connaissent le mercure et l'ont utilisé au moins une fois dans l'exercice de leur métier.

Tableau 7. Relation entre zone étudiée et durée des activités d'orpaillage

$p=0,000 < 0,05$	MOINS DE 5 ANS	5 A 15 ANS	15 A 25 ANS	PLUS DE 25 ANS	TOTAL GENERAL
AKOM II	7,94%	16,13%	33,33%	5,00%	13,50%
BATOURI	12,70%	3,23%	22,22%	15,00%	10,43%
BETARE OYA	9,52%	12,90%	0,00%	10,00%	9,82%
ESEKA	25,40%	1,61%	5,56%	5,00%	11,66%
GAROUA BOULAY	12,70%	6,45%	0,00%	30,00%	11,04%
KETTE	6,35%	12,90%	22,22%	15,00%	11,66%
MEIGANGA	22,22%	20,97%	16,67%	20,00%	20,86%
NGOURA	3,17%	25,81%	0,00%	0,00%	11,04%
Total général	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%

11.4.2 Relation entre durée de l'activité d'orpaillage et utilisation du mercure

La population orpailleuse utilisant le mercure est uniquement constituée d'orpailleurs ayant moins de 15 ans d'expérience dans ce métier. Les plus expérimentés n'en utilisent pas. En ajoutant à ce premier diagnostic le test de corrélation rejetant l'indépendance entre la durée du travail dans l'orpaillage et l'utilisation du mercure ($p=0,02 < 0,05$), ces résultats permettent d'affirmer que seuls les orpailleurs les moins expérimentés (moins de 15 ans dans l'artisanat minier) utilisent le mercure dans leurs activités minières.

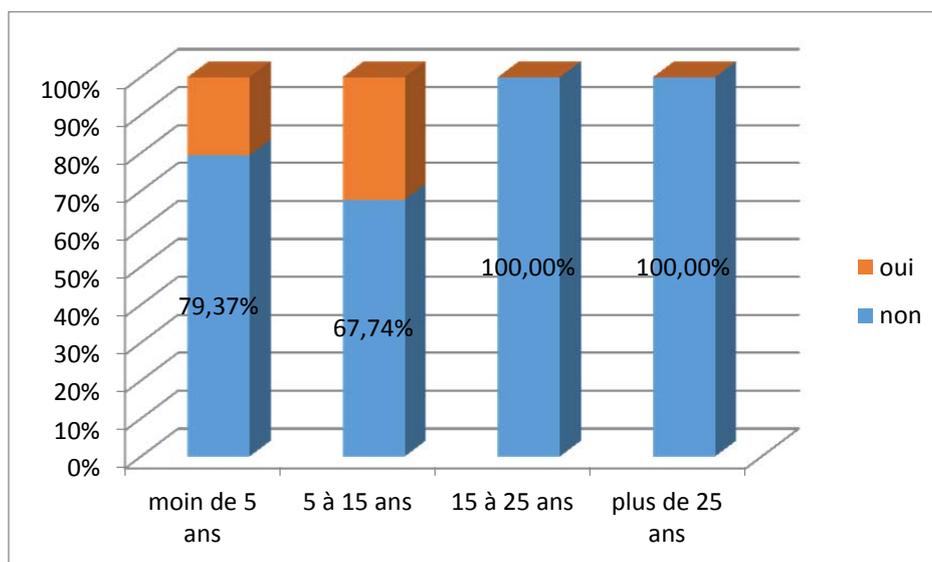


Figure 34. Durée dans l'activité d'orpaillage, âge, et utilisation du mercure

11.4.3 Relation entre activité dans l'orpaillage et utilisation du mercure

L'utilisation du mercure dépend aussi du type d'activité exercé par l'orpailleur au sein du site. En effet, 88% des creuseurs n'utilisent pas le mercure. Ils peuvent néanmoins en entendre parler ; tandis que le quart des orpailleurs qui s'occupent du lavage en utilisent activement. Le test de Khi2 ($0,05 < p = 0,08 < 0,10$) permet d'affirmer avec une marge d'erreur de 10% que c'est dans le lavage de l'or que le mercure est le plus utilisé.

Ce résultat indique que cet usage du poison mercure, bien que répréhensible et hors la loi ; est ouvertement pratiqué dans la plupart des chantiers, surtout ceux commandés par des Chinois.

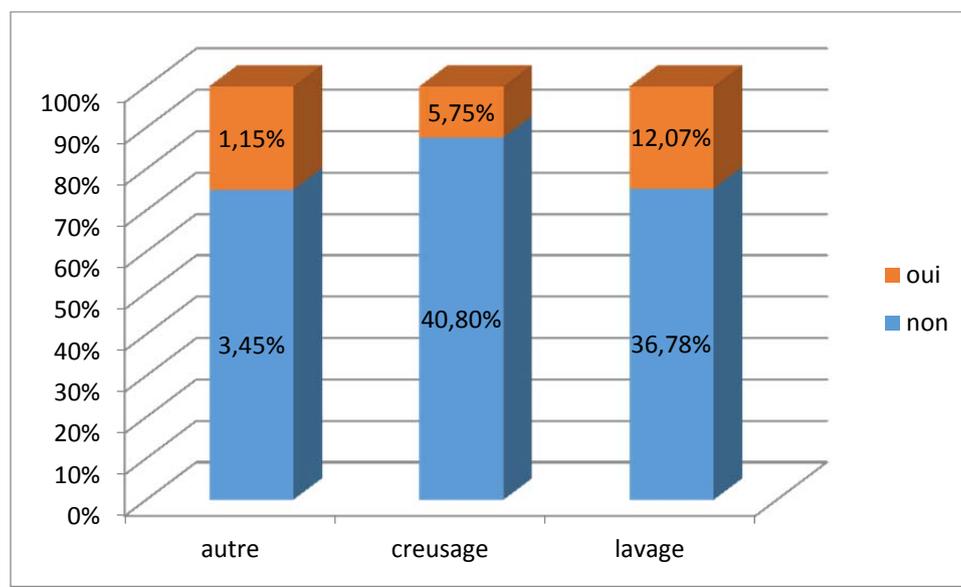


Figure 35. Activité dans l'orpaillage et utilisation du mercure

11.4.4 Relation entre population mineure et orpaillage

La majorité de la population mineure âgée de 6 à 17 ans possède une expérience dans l'orpaillage (93,75% de la population mineure totale correspondant à cette tranche d'âge). La population mineure orpailleuse est majoritairement composée de filles (76% des orpailleurs mineurs sont de sexe féminin, soit 71,88% de la population orpailleuse mineure totale). Tandis que la population non-orpailleuse mineure est constituée à égales proportions de garçons et de filles pour cette tranche d'âge.

Les orpailleurs mineurs les plus nombreux sont âgés de 16 ans, tandis que les orpailleurs mineurs les moins nombreux ont 6 à 12 ans.

Les filles mineures pratiquent en majorité cette activité, commençant par l'aide apportée à leurs mamans qui sont nombreuses à y exercer, pour s'y habituer. Elles gardent aussi les nourrissons et les plus petits sur le site, aident au transport, au tamisage et au lavage du concentré. Elles peuvent aussi participer au petit commerce de provisions sur le site. La petite fille à l'âge mineur étant plus attachée à sa mère, elle l'aide aussi par ses revenus issus de cette activité pour subvenir aux besoins du ménage. Les revenus du garçon mineur sont par contre orientés vers ses besoins personnels (habillement et loisirs).

Cette présence des filles mineures sur les sites est très préoccupante. Elles sont plus que leurs mères, exposées à tous les dangers dont le viol, le mariage et grossesse précoces, détournement, alcoolisme, drogue, vieillissement précoce, IST/VIH, imprégnation au

mercure, noyade, risques d'éboulement de terrain, taux de mortalité et de morbidité élevé, expérience de vie diminuée, etc.

Ces risques augmentent les chances de création d'une jeunesse sans repères, sans ancrage moral et sociétal, ce qui peut conduire à la catastrophe.

Tableau 8. Relation entre population mineure et orpillage

TRAVAIL DANS L'OR	SEXE	AGE								TOTAL GENERAL
		6	10	12	13	14	15	16	17	
NON	FEMININ	-	-	-	-	3,13%	-	-	-	3,13%
	MASCULIN	-	-	-	-	-	3,13%	-	-	3,13%
TOTAL NON		-	-	-	-	3,13%	3,13%	-	-	6,25%
OUI	FEMININ	-	6,25%	3,13%	12,50%	6,25%	9,38%	18,75%	15,63%	71,88%
	MASCULIN	3,13%	-	-	-	3,13%	3,13%	6,25%	6,25%	21,88%
TOTAL OUI		3,13%	6,25%	3,13%	12,50%	9,38%	12,50%	25,00%	21,88%	93,75%
TOTAL GENERAL		3,13%	6,25%	3,13%	12,50%	12,50%	15,63%	25,00%	21,88%	100,00%

11.5 Degré d'imprégnation et perception du danger lié à l'usage du mercure

Il s'agit d'étudier le niveau de sensibilisation des personnes aux dangers liés au mercure, et les mesures qui doivent être prises pour limiter les impacts de cet élément sur l'environnement et sur la santé.

11.5.1 Niveau de perception des dangers du mercure par la population

Population selon le genre et informations sur le mercure et ses dangers

La population féminine est la moins informée (16,28 %) sur les dangers de cet élément, par rapport à la population masculine (19,53 %). Néanmoins, l'hypothèse d'indépendance entre le genre et l'information sur le mercure et ses effets est validée ($p=0,39 > 0,05$) ; ce qui en d'autres termes signifie que le niveau d'information quant aux dangers du mercure et de son utilisation ne dépend pas du sexe de l'orpailleur.

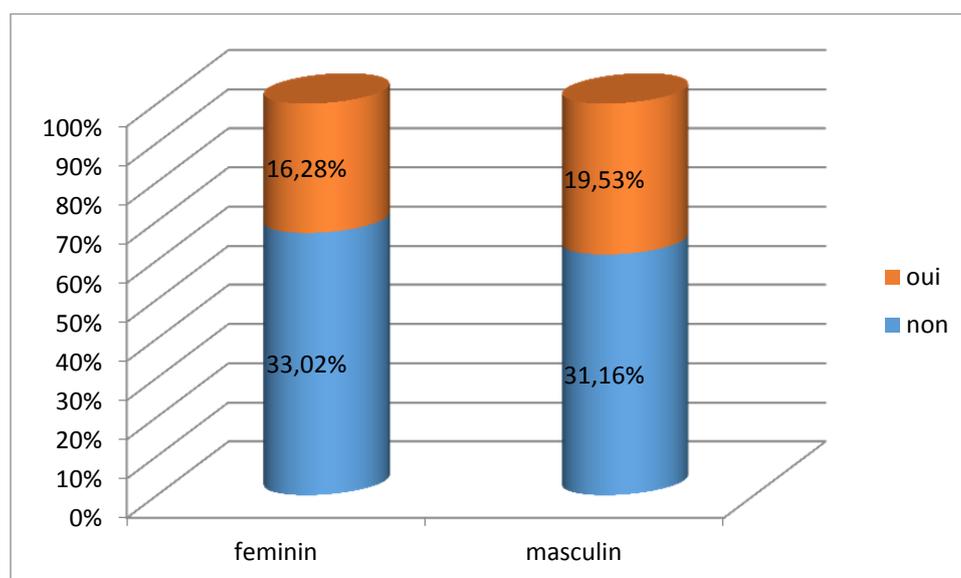


Figure 36. Relation entre la répartition du genre et l'information sur les dangers du mercure et son utilisation.

Population par tranche d'âge et information sur les dangers du mercure

Exception faite des quinquagénaires, la population la plus âgée (2,79 à 3,26 %) est la moins informée sur les dangers du mercure, par rapport à la population jeune (7,44 à 9,80 %). Cependant, l'hypothèse d'indépendance entre l'âge et l'information sur ce danger et ses effets est validée ($p=0,36 > 0,05$) ; ce qui signifie que le niveau d'information des dangers liés à l'utilisation du mercure ne dépend pas de l'âge de l'orpailleur.

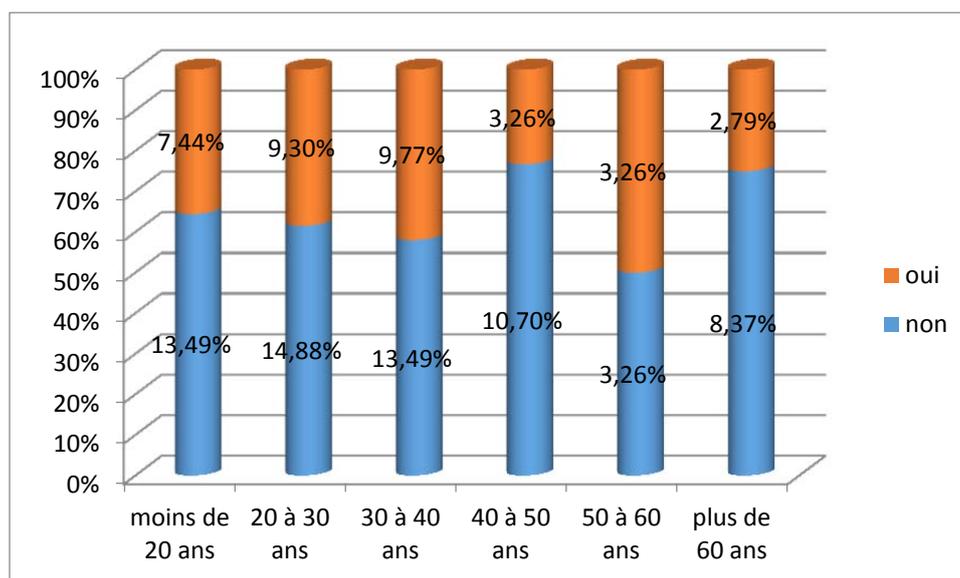


Figure 37. Relation entre les tranches d'âge et l'information sur les dangers du mercure.

Population par zone d'orpaillage et informations sur le mercure et ses dangers

Le graphique suivant montre que la perception du mercure et ses dangers diffère selon la zone d'orpaillage. En effet, le test du Khi2 ($p=0,02 < 0,05$) permet avec une marge d'erreur de 5%, de rejeter l'hypothèse d'indépendance entre zone d'orpaillage et connaissance des dangers liés à l'utilisation du mercure. Ces résultats permettent d'affirmer que les orpailleurs de Bétare-Oya, de Kette et de Ngoura sont beaucoup plus informés (5,58%) sur les dangers liés à l'utilisation du mercure que ceux d'Akom II (2,79 %) et de Batouri (1,4 %).

Il y a des raisons de penser que les premiers à avoir pratiqué l'usage du mercure, soient informés de cas concrets d'accidents d'imprégnation par le mercure et ses dangers sanitaires.

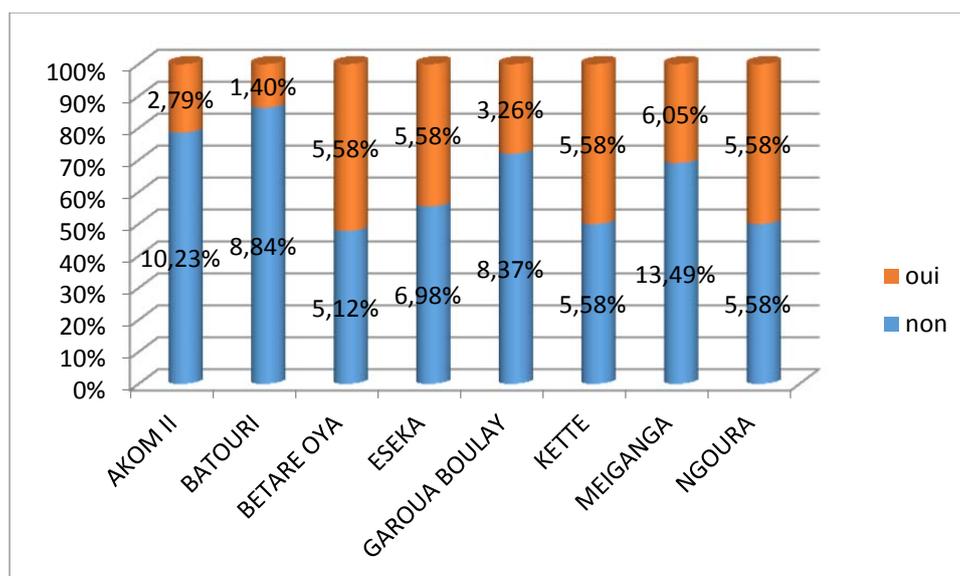


Figure 38. Relation entre zone d'orpaillage et perception des dangers du mercure.

11.5.2 Niveau de perception des dangers du mercure par les administrations

La moitié des responsables Administratifs rencontrés, ignorent (ou ne sont pas informés) de l'utilisation du mercure dans le secteur de la MAPE et de ses dangers (77 % des Sous-préfet interrogés ne sont pas au courant de l'utilisation du mercure dans leur unité de commandement). 2/5^{èmes} des autorités administratives ont connaissance d'un arrêté interdisant l'utilisation du mercure dans l'artisanat minier au Cameroun ; ce sont essentiellement les chefs d'exécutifs communaux locaux et les délégués départementaux. Peu de mesures ont aussi été prises pour le respect de cet arrêté d'interdiction (33 % des administrations ont initié des mesures visant le respect de cet arrêté dont environ 4/5^{èmes} y sont venus par voie de sensibilisation).

Tableau 9. Niveau de perception des dangers du mercure par les différentes administrations

	Connaissance de l'usage du mercure dans l'unité de commandement ou la commune	Connaissance de l'interdiction de l'usage du mercure dans l'artisanat minier au Cameroun	Mise en œuvre du respect de cette interdiction
Oui	50%	44,44%	33,33%
Non	50%	55,56%	66,67%
Total général	100%	100%	100%

S'agissant du lien existant entre les mesures visant le respect de cet arrêté et le type d'administration locale, le test du Khi2 résumé dans le tableau suivant, permet de rejeter l'hypothèse d'indépendance entre la mise en œuvre ou non du respect de cette interdiction et le type d'administration ($p=0,002 < 0,05$). En d'autres termes, ce test montre que les Maires et les Délégués Départementaux sont plus actifs que les autorités territoriales, dans la sensibilisation sur l'interdiction de l'utilisation du mercure dans l'artisanat minier au Cameroun.

Tableau 10. Tests du Khi2 sur la mise en œuvre ou le non-respect de cette interdiction et la hiérarchie administrative.

	Valeur	Ddl	Signification asymptotique (bilatérale)
Khi-deux de Pearson	16,920 ^a	4	,002
Rapport de vraisemblance	18,819	4	,001
Nombre d'observations valides	18		

a. 8 cellules (88,9%) ont un effectif théorique inférieur à 5. L'effectif théorique minimum est de ,22.

11.5.3 Niveau de perception du mercure par les collecteurs

Les collecteurs qui recueillent en moyenne 3,8 grammes d'or/jour par amalgamation, déclarent ignorer dans leur majorité les dangers du mercure et de son utilisation dans l'artisanat minier (seuls 10% d'entre eux sont au courant de la toxicité de cet élément). De plus, 15% de parmi eux attribuent l'origine du mercure circulant dans leur zone de collecte aux Chinois qui exercent dans les structures de mécanisation riveraines.

11.5.4 Niveau de perception des dangers du mercure par les structures de mécanisation

Deux tiers des structures de mécanisation indexées plus haut, déclarent n'avoir aucune idée du danger lié à l'utilisation du mercure dans leur exploitation. Bien qu'employant en moyenne 21 personnes dont 10% utilisent le mercure pour amalgamer l'or, ces structures collectent en moyenne 61 gramme d'or par jour. Celles qui travaillent à l'amalgame sans protection totalisent 41%, et celles qui récupèrent l'or sous forme de poudre, 50%. Seulement 8% de ces structures utilisent un dispositif de récupération des vapeurs du mercure.

11.5.5 Niveau de perception des dangers du mercure par le personnel des centres de santé

L'équipe de collecte a prévu de rencontrer 15 structures de santé dans le périmètre de l'étude, mais seules 09 structures ont effectivement répondu au questionnaire. Ces structures ont de sérieux problèmes de statistique, de maîtrise des données concernant le nombre global de patients reçus en une période donnée, de l'activité des patients, de la maîtrise des symptômes spécifiques liés à une intoxication au mercure, des antidotes, voire d'un protocole spécifique pour les cas d'intoxication, des thématiques de sensibilisation liées spécifiquement aux dangers du mercure, notamment dans leurs conseils éducatifs adressés aux femmes enceintes et mères d'enfants. Des contraintes de hiérarchie existent, liées à la mobilité des responsables (*l'administration s'arrête en l'absence du responsable de la formation sanitaire*) des structures de santé qui ne donnent pas l'aval à leur représentant de communiquer l'information ou de répondre en leur lieu et place en cas d'absence. D'où de multiples abstentions constatées parmi 15 structures de santé ciblées.

Parmi 3000 patients en moyenne reçus par les neuf (09) centres de santé questionnés, environ 600 sont des orpailleurs. Seuls neuf (9) patients ont été internés pour une intoxication au mercure en 2017, soit environ un (1) patient par structure. La moitié du personnel médical connaît les dangers liés au mercure, et seulement le quart connaît les méthodes de traitement des intoxications en général. Ces résultats se traduisent par un faible taux de fréquentation des structures sanitaires par les populations en général, et des artisans miniers en particulier. La population ne s'adresse à l'hôpital qu'en cas d'intoxication sévère.

11.6 Situation sanitaire de la population

Il s'agit d'analyser le niveau d'intoxication et de tremblote corporelle de la population.

11.6.1 Exposition au risque d'intoxication

L'exposition au risque d'intoxication de la population globale est relativement faible (environ 5%), la population âgée de 30 à 40 ans étant celle qui possède la plus forte prévalence d'exposition à l'intoxication, soit environ 10% de cette tranche d'âge. Ces résultats montrent également l'indépendance entre l'âge et le risque d'exposition à l'intoxication ($p=0,14 > 0,05$).

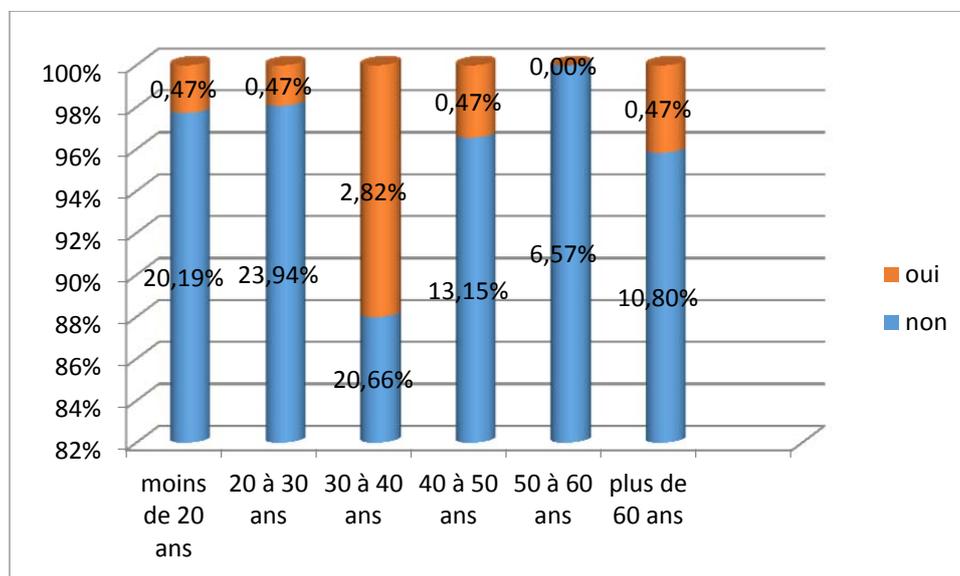


Figure 39. Variation de l'exposition au risque d'intoxication par tranche d'âge de la population

11.6.2 Cas de tremblote chez la population

La tremblote peut être liée à une imprégnation au mercure. Le niveau de tremblote corporelle de la population est de l'ordre de 13%, la population âgée de 30 à 40 ans ayant le plus fort pourcentage (1/5^{ème}). Cependant, les résultats indiquent l'indépendance entre l'âge et l'état de tremblote corporelle ($p=0,54 > 0,05$).

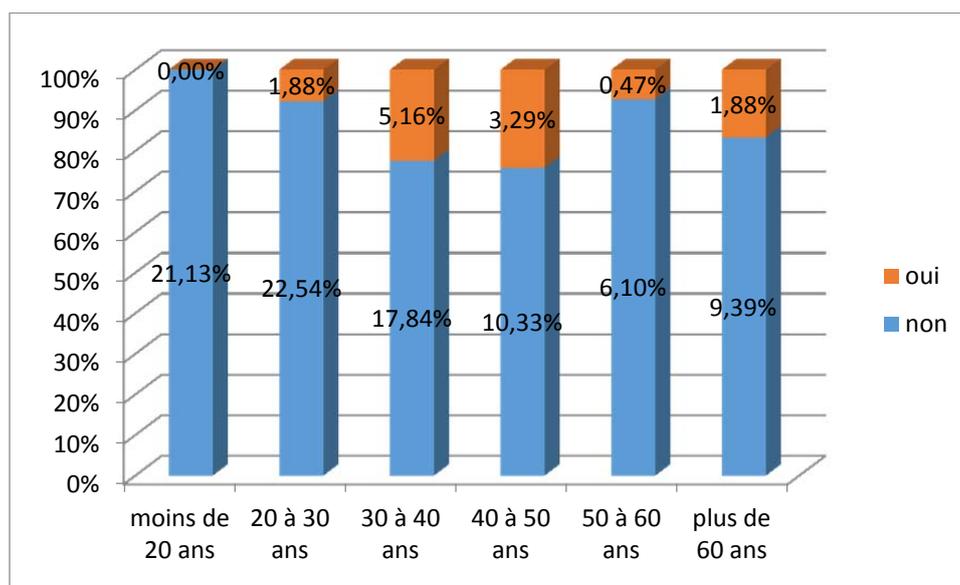


Figure 40. État de tremblote corporelle par tranche d'âge de la population

11.7 Organisation de la filière mercure dans l'orpaillage

Cette enquête vise à établir la source et le circuit d'approvisionnement en mercure pour l'exploitation de l'or au Cameroun, ce qui demande d'éclaircir l'organisation de la filière.

Les questionnaires administrés prouvent que le mercure utilisé par les sociétés d'exploitation semi-mécanisée de l'or (en majorité chinoises), pourrait être importé frauduleusement soit de Chine, soit d'Afrique de l'Ouest (notamment du Ghana) où la plupart de ces compagnies chinoises étaient basées avant leur entrée au Cameroun, soit encore d'autres pays d'Afrique centrale ayant une longue tradition minière notamment la République Démocratique du Congo, la République du Congo et/ou la République Centrafricaine. Les sociétés de mécanisation chinoises accèdent facilement aux pays d'Afrique Centrale et d'Afrique de l'Ouest. Elles constitueraient le premier maillon de la chaîne de distribution du mercure au Cameroun.

Le mercure livré aux sites de mécanisation des Chinois, peut être dérobé par leurs ouvriers et vendu auprès des collecteurs et des artisans locaux.

La plupart des petits et moyens collecteurs d'or locaux encouragent l'utilisation du mercure. Nous étions informés que la plupart des collecteurs offrent ce métal gracieusement aux artisans en exigeant au préalable un traitement de l'or au mercure. Puis les artisans sont à une étape ultérieure contraints à acheter le mercure pour assurer la continuité de leur activité.

Les grands collecteurs auraient aussi d'autres circuits extérieurs d'acquisition du mercure. Le prix de vente de ce métal varie de 10.000 à 15.000 FCFA le contenu d'un bouchon de bouteille d'eau minérale, et 1.200.000 à 1.500.000 FCFA le litre, ce qui est exorbitant.



Figure 41. Bouteille en plastique remplie de mercure destiné à la vente.

12 PRÉLÈVEMENT DE MATRICES POUR ANALYSE DU MERCURE TOTAL ET RÉSULTATS

12.1 Investigations sur les eaux de surface

12.1.1 Déroulement de la campagne d'échantillonnage

L'échantillonnage couvre les quatre zones étudiées (Est, Adamaoua, Centre et Sud) dans la période du 30 juin 2018 au 14 juillet 2018, par un intervenant de COMETE International selon la norme ISO 5667-2. Au total cinquante (50) échantillons d'eau ont été prélevés.

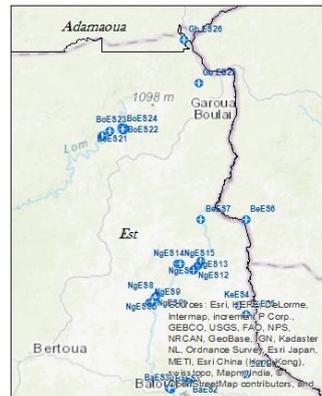
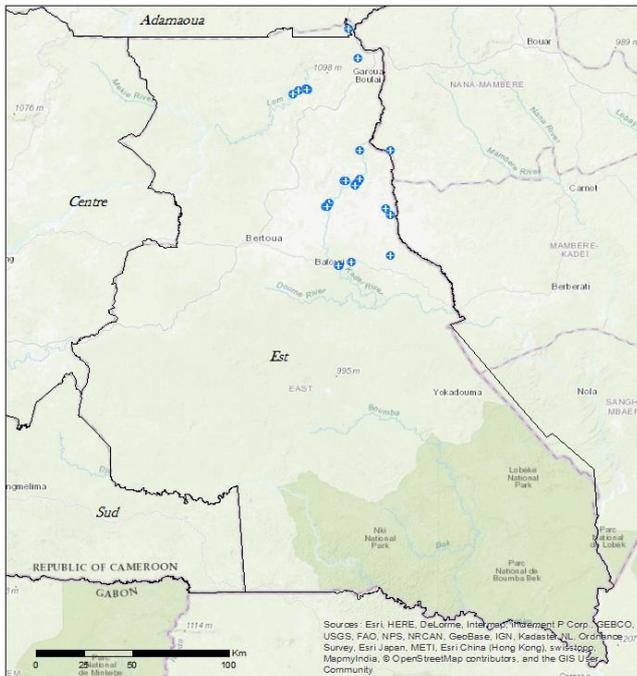
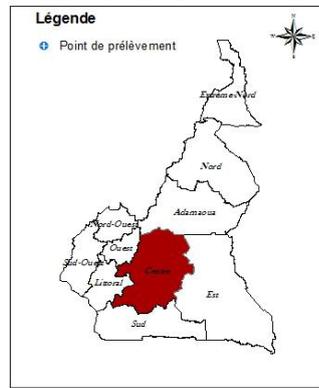
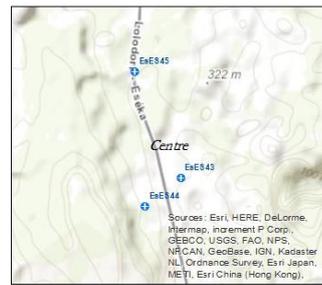
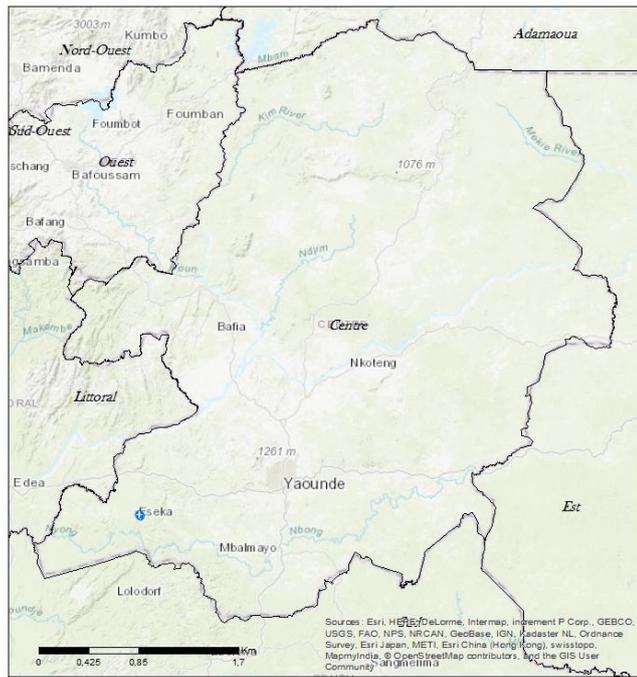
Faute de temps imposée par les délais impartis à la réalisation de cette enquête, la campagne d'échantillonnage a été conduite seulement durant la période de crue. En effet, il aurait été judicieux d'analyser les teneurs en mercure dans les eaux à différentes périodes de l'année (périodes de crue et d'étiage) pour mieux comprendre les effets du ruissèlement sur la composition des eaux des rivières et des fleuves en cet élément ajouté essentiellement par les opérations d'amalgamation de l'or.

La répartition des échantillons initialement prévue dans le rapport de mise en œuvre de l'enquête, et celle effectivement réalisée est présentée dans le tableau ci-dessous. Voyant les difficultés insurmontables d'accès à certains sites prévisionnels (murailles infranchissables de végétation, marécages, reliefs et pentes, terrain enlisant,...), la répartition spatiale des échantillons a été légèrement modifiée, mais d'une manière qui demeure sans conséquences sur la pertinence des objectifs recherchés d'analyse.

Tableau 11. Prévisions de prélèvement d'eau de surface et nombre d'échantillons effectivement prélevés pour chaque zone d'étude.

N°	RÉGION	DÉPARTEMENT	ARRONDISSEMENT	QUANTITÉ PRÉVUE	QUANTITÉ PRÉLEVÉE	
1	Est	Lom et Djerem	Bétaré – Oya	10	11	
			Garoua – Boulaï	5	6	
			Ngoura	10	10	
		Ss-Total Lom et Djerem			25	27
		Kadey	Batouri	5	4	
			Ketté/Beké	5	4	
		Ss-Total Kadey			10	8
Ss-Total Région de l'Est				35	35	
2	Adamaoua	Mberé	Meiganga	9	9	
3	Centre	Nyong et kelle	Eséka	3	3	
4	Sud	Océan	Akom 2	3	3	
Total général eaux de surface à prélever				50	50	

La localisation des sites de prélèvement est reportée sur la figure suivante. Ces sites ont été choisis au droit des étangs, lacs artificiels, rivières et cours d'eau où se pratique l'orpaillage.



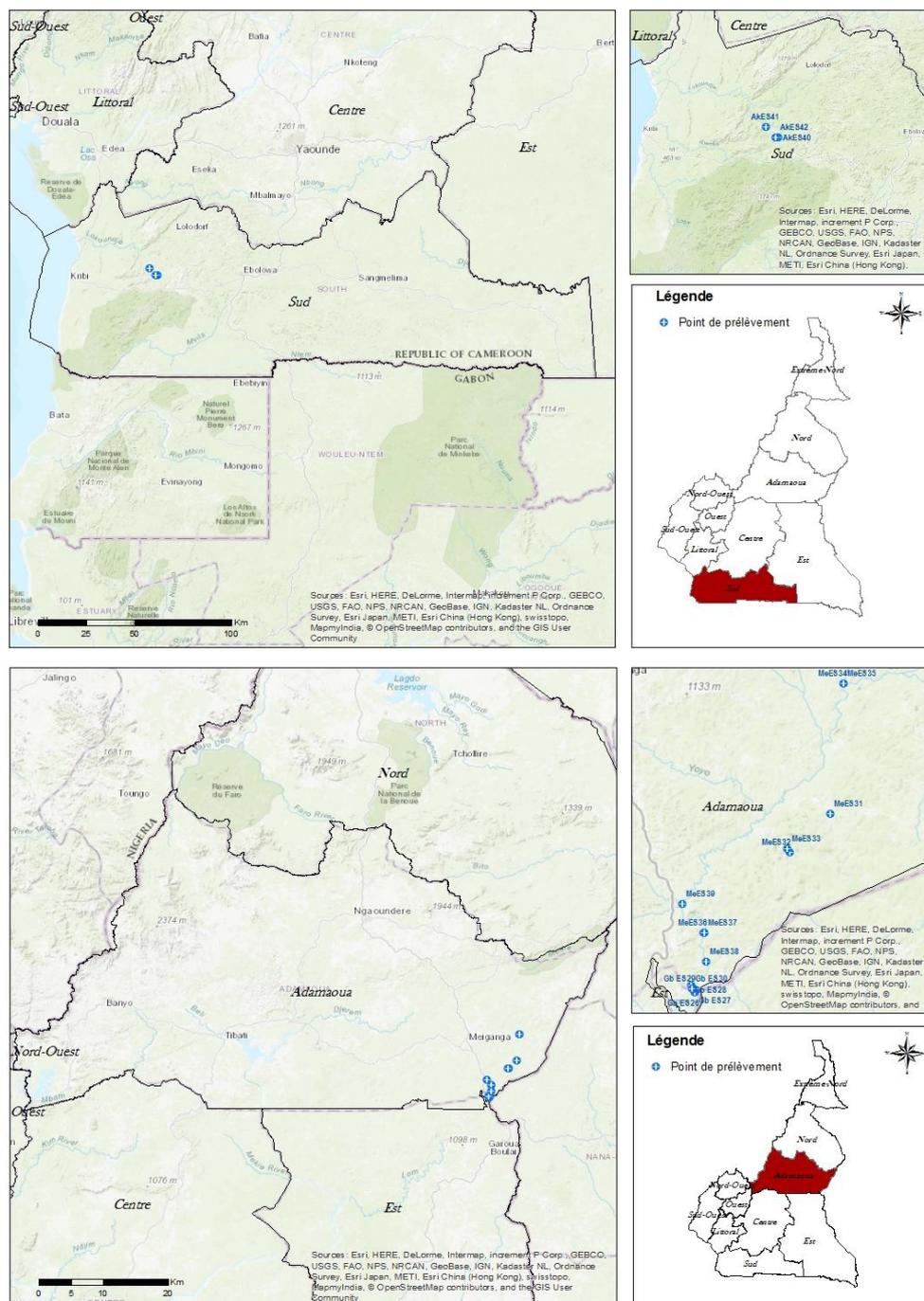


Figure 42. Localisation des sites de prélèvement des échantillons d'eau de surface par zone d'étude (Centre, Est, Sud et Adamaoua)/

12.1.2 Conditions de prélèvement et conservation des échantillons

Une perche à manche longue d'environ 2 m munie d'un bécet à l'extrémité, a servi au prélèvement. L'opération commence par le choix du site, et le levé des caractéristiques du cours d'eau : nature de la rive, largeur et profondeur du cours d'eau, présence ou non d'odeurs ou de matières en suspension, coloration de l'eau en surface et présence ou non d'irisation (Cf. Annexe 2)

Avant et après chaque prélèvement, le matériel est soigneusement rincé par de l'eau déminéralisée et les gants en latex utilisés sont sacrifiés à chaque fin de prélèvement d'un échantillon, pour éviter toute contamination croisée des échantillons. Selon la nature du cours

d'eau (rivière ou fleuve) et des conditions d'accès, le prélèvement est effectué à pied sur la berge, ou dans une pirogue sur le plan d'eau.

Pour chaque site la température et le potentiel d'hydrogène (pH) de l'eau sont mesurés *in situ*, puis deux échantillons de 250 ml et de 500 ml les plus clairs possible, ont été prélevés, les containers étant remplis à ras. Pour le flaconnage, 1 ml d'acide chlorhydrique à 30% est ajouté à chaque flacon en verre comme recommandé par le Laboratoire, afin de stabiliser l'eau et prévenir la précipitation de gels d'oxyhydroxydes de fer et de silice, qui peuvent piéger le mercure dans ces colloïdes.

Les deux contenants de chaque site, étiquetés pour assurer la traçabilité de l'échantillonnage, sont gardés dans un sachet en plastique. L'étiquetage s'ordonne comme suit : la première lettre capitale est l'initiale du nom de la commune, la deuxième lettre portée en indice est la deuxième lettre de ce nom, la troisième lettre E fait référence à la nature de la matrice (Eau), et la quatrième lettre S, au mot « surface ». Un chiffre suit, correspondant au numéro du prélèvement. La lettre « b » a été ajoutée dans l'ordre, pour certains échantillons, lorsqu'il s'agit d'un même cours d'eau déjà échantillonné, dans le même village de la même commune. Les prélèvements sont effectués dans des lieux franchement distincts.

Exemple :

- **BaES1** : **Ba** = Batouri ; **E** = Eau ; **S** = Surface ; **1** = premier prélèvement
- **NgES9b** : **Ng** = Ngoura ; **E** = Eau ; **S** = Surface ; **9** = 9^{ème} prélèvement ; **b** = deuxième prélèvement du cours d'eau Oudou, dans le village Oudou de la commune de Ngoura.

Les échantillons sont conservés dans des glacières à une température de 5°C maintenue par des pains de glace propres et adéquats.

Pour optimiser les conditions de conservation des échantillons, une logistique spécifique a été mise en place pour les échantillons prélevés dans les régions de l'Adamaoua et de l'Est. Ainsi, une partie de ces échantillons a été confiée à un transporteur à Bertoua pour son acheminement immédiat à Yaoundé et conservation dans un réfrigérateur avant expédition au laboratoire Eurofins en France.



(A) Arrivée sur les lieux



(B) rinçage du matériel



(C) échantillonnage d'eau



(D) Mesure de T°C et pH



(E) Préparation de HCl



(F) Ajout de HCl



(G) Opération finale

Figure 43. Reportage photographique des différentes étapes de prélèvement standard des eaux de surface
Les coordonnées des sites de prélèvement et les valeurs de pH et de température mesurées *in situ* pour chaque site, sont consignées dans le tableau suivant.

Tableau 12. Coordonnées des sites et paramètres physico-chimiques mesurés lors des prélèvements des eaux de surface

Région	Département	Arrondissement	Nombre de points	Cours d'eau	Dénomination	Localisation		pH	T (°C)
Est	Lom et Djerem	Bétaré-Oya	11	Lom	BoES16	14°00'21,3"	05°36'11,8"	8,5	24,8
				Lom	BoES16b	14°00'17,5"	05°36'23,6"	7,9	25
				Lom	BoES17	14°02'29,9"	05°37'47,7"	8,3	24,7
				Mbal	BoES18	14°02'27,9"	05°37'41,3"	7,6	29,6
				Mali	BoES19	14°05'44"	05°38'39,2"	8	24,6
				Lom-Mali	BoES20	14°05'41,4"	05°38'44,5"	7,8	24,3
				Lom-Mali	BoES20b	14°05'48,9"	05°38'40,02"	7,6	24,3
				Mali	BoES21	14°06'25,3"	05°38'26,4"	9,1	22
				Hitoro	BoES22	14°06'11,1"	05°38'09,2"	7,8	23,9
				Gbediri	BoES23	14°06'00,1"	05°38'07,1"	7,8	23,2
				Mali	BoES24	14°06'03,5"	05°38'17,4"	7,9	23
		Nanamoya	Gb ES25	14°27'07,3"	05°51'12,1"	8,9	23,9		
		Lom	Gb ES26	14°23'10,7"	06°03'26,2"	8,4	24,1		
		Lom	Gb ES27	14°25'16,9"	06°04'49,2"	8,5	24,4		
		Tounguele	Gb ES28	14°24'57,4"	06°05'22,7"	8,2	26,4		
		Embouchure Tounguele	Gb ES29	14°25'09,9"	06°05'04,1"	7,7	26		
		Mamaferre	Gb ES30	14°25'01,2"	06°05'06,9"	7,7	29		
		Ngoura-bac	NgES8	14°15'14,98"	04°51'20,89"	8,7	24,2		
		Kadey-bac	NgES8b	14°15'8,62"	04°51'14,87"	5,2	28,7		
		Oudou	NgES9	14°13'30,91"	04°49'43,76"	7,1	23,7		
		Oudou	NgES9b	14°14'25,49"	04°49'54,05"	7,1	23,2		
		Kadey	NgES10	14°26'56,8"	05°00'05,1"	8,1	23,8		
		Kadey	NgES11	14°27'44,8"	05°01'12,6"	7,9	25,3		
		Kadey	NgES12	14°25'57,5"	04°59'04,1"	7,9	23,8		
	Kadey	NgES13	14°25'48,1"	04°58'45,1"	7,3	26,7			
	Gambadi	NgES14	14°21'13,8"	05°00'22,4"	8,1	25,4			
	Gambadi	NgES15	14°22'09,5"	05°00'29,3"	7,9	24,4			
	Kadey	Batouri	4	Gbeko	BaES1	14°40'24,9"	04°29'28,8"	8,8	25,2
				Gbjengou	BaES2	14°24'25,02"	04°27'4,02"	8,4	26
				Kadey	BaES3	14°19'30,2"	04°25'23,9"	8,3	24,6
Kadey				BaES3b	14°18'59,08"	04°25'30,97"	8,3	23,8	
Ketté/Beké		4		KeES4	14°38'23,3"	04°48'55,6"	8,2	23,5	
			Beke	BeES5	14°40'19,1"	04°46'18,1"	9,1	23,9	
			Kadey Ouli	BeES6	14°27'47,3"	05°12'57,7"	8,4	22,9	
Kadey Ouli	BeES7	14°27'48,5"	05°12'55,8"	7,5	27,5				
Adamaoua	Mberé	Meiganga	9	Mama	MeES31	14°36'33,0"	06°19'48,0"	8,8	23,4
				Mfoum	MeES32	14°33'11,4"	06°16'32,3"	6,7	22,4
				Mfoum	MeES33	14°32'58,9"	06°16'51,3"	7	25,9
				Lom	MeES34	14°37'39,5"	06°30'40,8"	8,3	23,2
				Lom	MeES35	14°37'38,4"	06°30'40,4"	7	23,8
				Lom	MeES36	14°26'01,3"	06°09'49,4"	8,1	24
				Lom	MeES37	14°26'02,5"	06°09'48,6"	7,7	24,2
				Lom	MeES38	14°26'13,4"	06°07'20,3"	8	24
				Lom	MeES39	14°43'75"	06°12'23"	8	24
Centre	Nyong et Kele	Eséka	3	Makoda	EsES43	10°47'10,8"	03°39'33,8"	6,7	25
				Lac Mayi	EsES44	10°47'00,9"	03°39'25,9"	6,4	25,9
				Bissombe	EsES45	10°46'58,2"	03°40'03,4"	6,4	26,3
Sud	Océan	Akom II	3	Kienke	AkES40	10°32'06,1"	02°54'38,8"	7,6	24,5
				Logken	AkES41	10°28'35,6"	02°57'37,1"	6,6	24
				Minkolo	AkES42	10°31'23,7"	02°54'39"	6,4	24,6

Température

Les températures varient de 22 à 29,6 °C, avec une moyenne de 24,7 °C. Elles sont relativement homogènes dans les régions Kadey, Adamaoua, Centre et Sud et varient légèrement dans l'Est où des valeurs supérieures à 27°C sont obtenues pour trois (3) sites.

pH

A l'exception du site Kadey-bac (NgES8b) à pH à tendance clairement acide (pH=5,2), et des deux sites Mali (BoES 21) et Beke (BeES6) à pH 9,1 à tendance basique, les mesures varient de 6,4 à 8,9. Elles apparaissent conformes aux valeurs de pH généralement rencontrées dans

des eaux de surface. Elles peuvent traduire soit un drainage de sols acides lessivés et pauvres en éléments alcalins et en bicarbonates (faibles pH), soit un drainage de sols alcalins.

La valeur 5,2 la plus faible constatée à Kadey-bac se situe près d'une exploitation protégée par une digue en terre, ce qui conduit à penser à la pratique d'un traitement quelconque du minerai à l'acide.

Le pH élevé mentionné, des eaux des sites Mali et Béké peut s'expliquer par une interaction des eaux de lavage avec une matrice carbonatée (concentration des ions $(OH^-) \approx$ concentration des ions (HCO_3^-) dans ces conditions), sinon par l'utilisation du carbonate de soude (Na_2CO_3) qui peut être utilisé pour mieux rassembler et séparer le culot d'amalgame à mercure après traitement du concentré.

12.1.3 Analyses du mercure total dans les eaux de surface

Les analyses du mercure total en $\mu g/L$ sur le filtrat d'échantillon, ont été réalisées par le laboratoire EUROFINs, localisé à Saverne dans le Bas-Rhin (67) en France.

Tableau 13. Norme d'analyse du mercure total dans les eaux souterraines

ELÉMENT	MÉTHODE ANALYTIQUE	NOMBRE D'ÉCHANTILLONS ANALYSÉS
Mercure (Hg total)	NF EN ISO 17852	50

12.1.4 Résultats analytiques et interprétation

Choix de la valeur de référence

Les échantillons d'eaux de surface ont été prélevés dans des cours d'eau susceptibles d'être employés pour l'irrigation, la pêche, la baignade ou la consommation humaine. L'usage définitif local n'étant pas précis, les valeurs de référence prise en compte sont les suivantes :

- ✓ Teneur limite recommandée, définie par l'OMS en 2017 pour l'usage comme eau potable ;
- ✓ Teneur limite française tolérée, définie dans l'annexe I de l'arrêté du 11 janvier 2007 modifié par l'arrêté du 4 août 2017 qui spécifie les limites et références de qualité des eaux destinées à la consommation humaine, ainsi qu'aux valeurs guides de l'OMS (Guidelines for Drinking-Water Quality, Fourth Edition, 2011).

Pour informer le lecteur, le tableau suivant résume l'essentiel des données mondiales les plus récentes sur les teneurs limites tolérées du mercure pour différents usages de l'eau (eau de consommation, eau potable, abreuvement de cheptel), pour l'occupation des sols (résidentiel, commercial ou agricole), mais aussi pour les eaux de vie aquatique (poissons par exemple). La teneur limite tolérée du méthyl-mercure dans les eaux de vie aquatique, qui est très faible (4 nanogrammes/L) est aussi indiquée. Le méthyl-mercure est en effet l'une des formes organiques du mercure, très bioaccumulative et bioamplifiable selon le niveau de la chaîne alimentaire, et hautement toxique pour la vie.

Tableau 14. Teneurs limites tolérées pour le mercure dans les eaux, pour différentes situations d'exposition. La teneur limite tolérée du méthyl-mercure dans l'eau de vie aquatique est aussi mentionnée.

Milieu récepteur	Teneur limite tolérée	Cible	Normes et standards de référence
Eau potable et eau souterraine	1 µg/L	Protection de la santé humaine	Canadian Council of Ministers of the Environment (CCME, 2002)
Eau d'assainissement ; Abreuvement de bétail	3 µg/L	Protection de la santé humaine	
Eau de consommation, Eau potable	6 µg/L	Protection de la Santé humaine	Organisation Mondiale de la Santé (2017).
Eau de consommation ; Eau potable	1 µg/L	Protection de la Santé humaine	Communauté Économique Européenne, Annexe 1 de l'arrêté français du 04/08/17
Eau pour la vie aquatique	0,026 µg/L	Protection des espèces aquatiques d'eau douce	(CCME, 2003)
Exposition professionnelle	25 µg/m ³	8 heures moyennes pondérées	American Conference of Governmental Industrial Hygienists (ACGIH)
Méthyl-mercure			
Eau pour la vie aquatique	0,004 µg/L (ou ppb)	Protection des espèces aquatiques d'eau douce	(CCME, 2003)

Résultats et interprétations

Le mercure total des échantillons est analysé par spectroscopie d'absorption atomique à vapeurs froides. Les résultats d'analyse sont présentés dans le tableau suivant. Les bordereaux des analyses sont joints en **Annexe 6**.

Tableau 15. Résultats des analyses des échantillons d'eaux de surface

Paramètre	Mercure (Hg)				
Unités	µg/l				
Limite de détection	0,2				
Valeur de référence	1 (CEE)				
Échantillon	-	Échantillon	-	Échantillon	-
GbES 28	<0,20	NGES11	<0,20	ZaES3	<0,20
GbES 27	<0,20	N9ES10	<0,20	ZaES3b	<0,20
GbES 25	<0,20	N9ES14	<0,20	ZoES24	<0,20
GbES 29	<0,20	MeES3	<0,20	BoES21	<0,20
GbES 26	<0,20	MeES39	<0,20	B0ES22	<0,20
GbES 30	<0,20	MeES32	<0,20	B0ES20b	<0,20
ESES43	<0,20	MeES36	<0,20	B0ES16	<0,20
ESES44	<0,20	MeES34	<0,20	B0ES23	<0,20
AKES40	<0,20	MeES37	<0,20	B0ES20	<0,20
AKES42	<0,20	MeES31	<0,20	B0ES17	<0,20
ESES45	<0,20	MeES38	<0,20	B0ES18	<0,20
N9ES 13	<0,20	MeES35	<0,20	B0ES16b	<0,20
N9ES 9	<0,20	BeES6	<0,20	B0ES19	<0,20
N9ES9B	<0,20	BgES1	<0,20	AKES41	<0,20
N9ES8	<0,20	KeES4	<0,20		
N9ES8B	<0,20	ZaES2	<0,20		
W9ES12	<0,20	ZeES5	<0,20		
W9ES15	<0,20	ZeES7	<0,20		

Toutes les teneurs en mercure des prélèvements d'eau de surface, sont inférieures à la limite de détection de l'appareillage (0,2 µg/L). Cette limite étant inférieure aux plus faibles teneurs limites tolérées par le CCME (1 µg/L), l'OMS (6 µg/L) et la CEE (1 µg/L) pour le mercure dans l'eau potable, les cours d'eau ayant fait l'objet de prélèvement dans les zones à activités liées à l'orpaillage, demeurent donc propres à la consommation humaine et comme eau d'assainissement et d'abreuvement de bétail, pourvu qu'elle soit débarrassée de toute matière en suspension.

En dépit des teneurs excessivement faibles dans les eaux des fleuves et rivières, nous ne pouvons pas exclure une contamination tout au moins locale des eaux par le mercure provenant de l'artisanat minier. Il faut rappeler que la forte pluviosité, le fort drainage et extension spatiale considérable de toutes les zones d'étude peuvent jouer en faveur d'une dilution du mercure dans les eaux de surface. Cependant, ces teneurs faibles peuvent aussi être en lien avec les pratiques de prévention du rejet direct des eaux de traitement de minerai dans les cours d'eau, notamment suite au travail de sensibilisation sur les dangers de mercure dans le cadre de l'enquête réalisée par le CAPAM en 2016.

Nous relevons que les étapes de lavage et d'amalgamation durant lesquelles le mercure est introduit dans le processus d'extraction de l'or, sont réalisées dans des bacs enterrés ou aménagés hors sol, et les chantiers sont le plus souvent isolés par des digues de protection contre l'inondation et le drainage. Ce faisant, les eaux de process ne sont pratiquement pas rejetées directement dans les cours d'eau.

12.2 Investigation sur les poissons

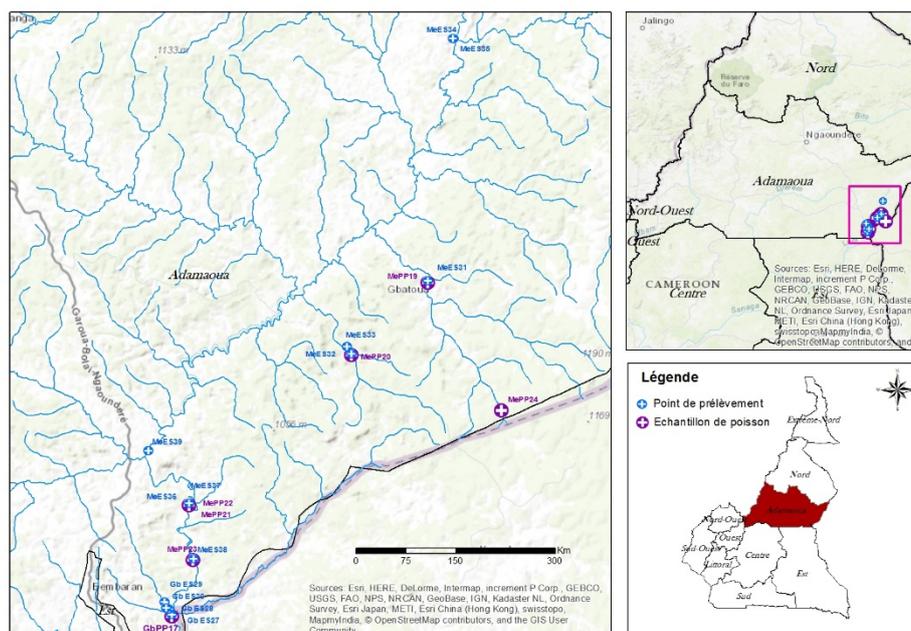
12.2.1 Déroulement de la campagne d'échantillonnage

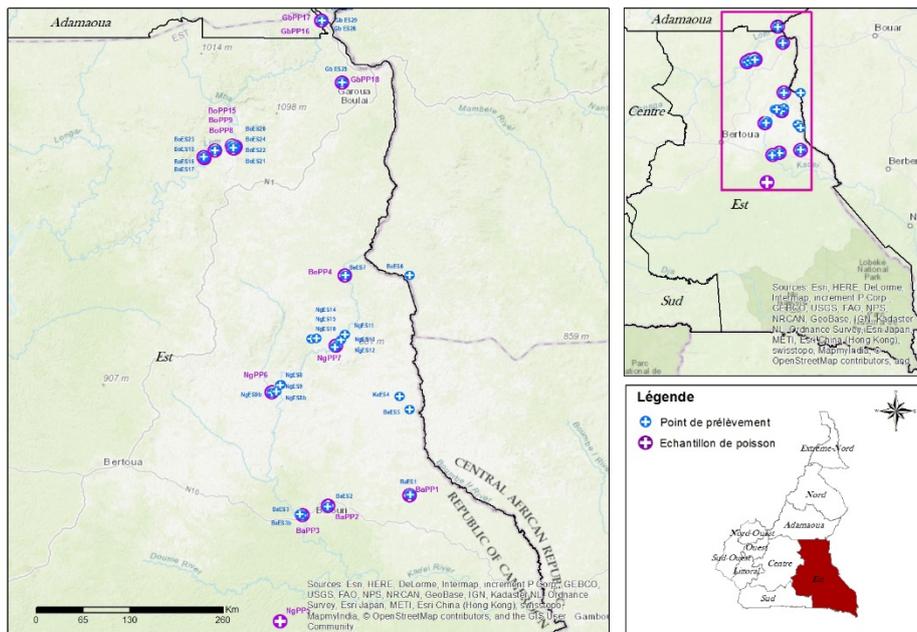
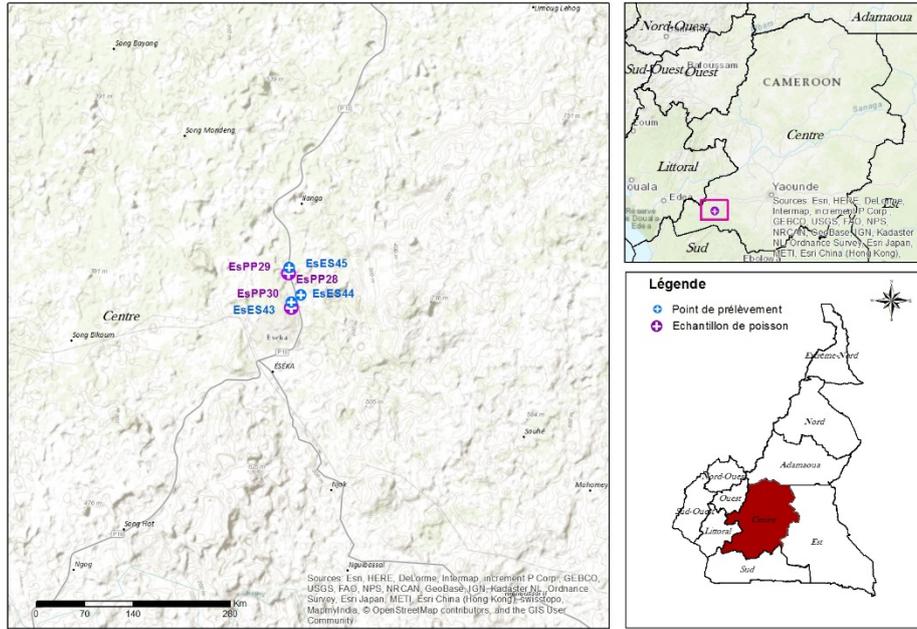
La campagne d'échantillonnage des poissons intéresse l'Est, l'Adamaoua, le Centre et le Sud. Au total, trente (30) échantillons de poissons sont prélevés. Pour des difficultés d'accès aux cours d'eau (végétations, rapides, ...), la répartition zonale des échantillons a légèrement été modifiée par rapport à ce qui a auparavant été planifié dans le rapport de mise en œuvre de l'enquête. La répartition définitive des sites de prélèvement par localité et par région est comme suit.

Tableau 16. Quantité de poissons prélevée, et quantité prévue par région et par localité

N°	RÉGION	DÉPARTEMENT	ARRONDISSEMENT	QUANTITÉ PRÉVUE	QUANTITÉ PRÉLEVÉE	
1	Est	Lom et Djerem	Bétaré – Oya	6	8	
			Garoua – Bouläï	3	3	
			Ngoura	4	4	
		Ss-Total Lom et Djerem			13	14
		Kadey	Batouri	3	3	
			Ketté/Beké	2	1	
Ss-Total Kadey			5	4		
Ss-Total région de l'Est				18	18	
2	Adamaoua	Mberé	Meiganga	6	6	
3	Centre	Nyong et kelle	Eséka	3	3	
4	Sud	Océan	Akom 2	3	3	
Total général poissons à prélever				30	30	

La localisation des sites d'échantillonnage des poissons est reportée sur la figure suivante. Elle représente une superposition des points de prélèvements des eaux de surface aux sites de pêche des poissons afin de dégager toute corrélation possible entre les concentrations quantifiées sur ces deux matrices. Ces sites ont été choisis au droit des étangs, lacs artificiels, rivières et cours d'eau où se pratique l'orpaillage.





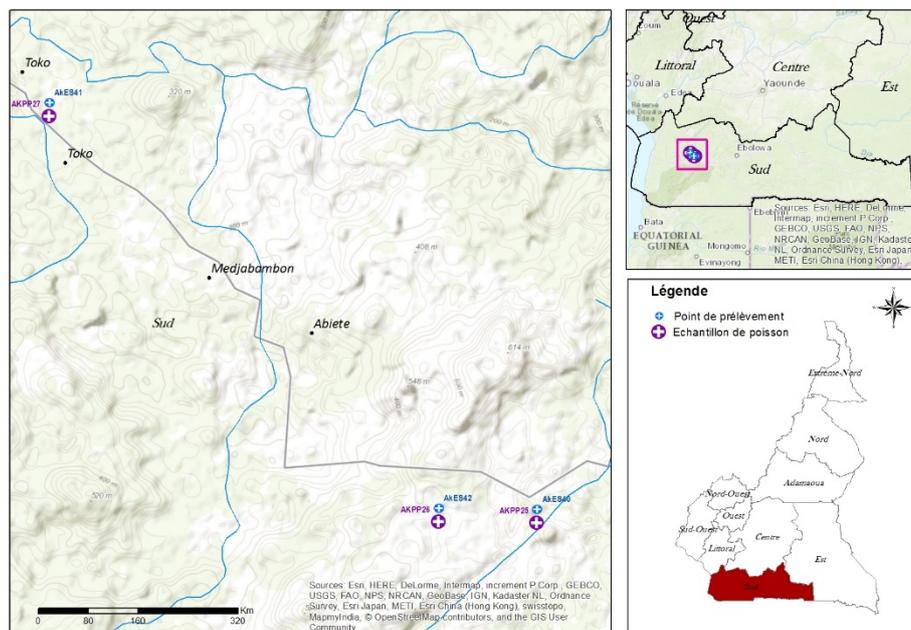


Figure 44. Localisation des sites de prélèvement des poissons par zone d'étude (Centre, Est, Sud et Adamaoua).

12.2.2 Prélèvement et conservation des échantillons

Les échantillons de poissons ont été pêchés au filet, à la ligne, et par piège.

Étant donné la nécessité d'une bonne conservation des échantillons, les poissons ont été prélevés vivants. Lorsque ces poissons meurent, ils sont mis dans des sachets en plastique et conservés au frais dans une glacière contenant des pains de glace. L'étiquetage commence par la première lettre capitale du nom de la Commune ; la deuxième lettre en minuscule indique la deuxième lettre du nom de cette commune, la troisième lettre P correspondant à l'initiale de « prélèvement », et la quatrième lettre P indique la nature « poisson » de l'échantillon. Le numéro suivant désigne le numéro d'ordre de l'échantillon.

Exemple : BoPP15 : B = Bétaré ; o = Oya ; P = Prélèvement ; P = Poisson ; 15 = 15^{ème} échantillon.

La longueur à la fourche et l'espèce de poisson sont les caractéristiques qui ont pu être notées avant la conservation des échantillons. La date et les coordonnées du site de prélèvement ont aussi été consignées dans la fiche de prélèvement.

12.2.3 Observations

Les observations suivantes concernant les prélèvements de poissons, sont importantes à retenir :

- ✓ Certains poissons prélevés montrent des blessures qui demeurent inexplicées (cf. photos ci-dessous) ;
- ✓ Ne disposant pas de balance sur terrain, la masse du poisson n'est pas déterminée ;
- ✓ Le sexe de la prise n'est pas consigné ; celui-ci nécessite une opération de dissection.



Figure 45. Présentation de quelques individus de poissons pêchés, montrant des blessures

12.2.4 Analyses du mercure total dans les poissons

Les analyses du mercure total en mg/Kg (= $\mu\text{g/g}$) de poids frais de l'échantillon, ont été réalisées par le laboratoire certifié et accrédité HYDRAC, localisé à Douala au Cameroun. Elles ont été effectuées le 25 octobre 2018 par plasma à couplage inductif avec détection par Spectrométrie à Émission Optique (ICP-OES).

Tableau 17. Norme d'analyse du mercure total dans les eaux souterraines

ÉLÉMENT	MÉTHODE ANALYTIQUE	NOMBRE D'ÉCHANTILLONS ANALYSÉS
Mercure (Hg total)	Digestion acide puis lecture par ICP-OES	30

12.2.5 Résultats analytiques et interprétation

Choix de la valeur de référence

Les échantillons de poisson destinés communément à la consommation humaine, ont été pêchés dans des cours d'eau près des exploitations minières. Les concentrations obtenues seront comparées à la teneur limite de l'OMS, recommandée pour la consommation du poisson qui est $0,50 \mu\text{g/g}$ Hg de poids frais.

Résultats et interprétations

Les résultats d'analyse sont présentés dans le tableau suivant. Les bordereaux d'analyse sont joints en **Annexe 7**.

Tableau 18. Résultats des analyses du mercure total dans les des échantillons de poissons

Paramètre	Mercure (Hg)				
Unités	µg Hg/g				
Valeur de référence	0,5 (OMS)				
Échantillon	-	Échantillon	-	Échantillon	-
GbPP 16	13,36	NgPP 7	15,19	BoPP 12	12,73
GbPP 17	3,05	MePP 19	1,82	BoPP 13	4,51
GbPP 18	13,85	MePP 20	16,63	BoPP 14	4,83
EsPP 28	16,80	MePP 21	5,75	BoPP 15	13,33
EsPP 29	13,93	MePP 22	2,48	BaPP 1	12,24
EsPP 30	16,01	MePP 23	12,68	BaPP 2	11,18
AkPP25	10,51	MePP 24	13,80	BaPP 3	6,24
AkPP 26	2,56	BoPP 8	11,23	BaPP 4	7,61
AKPP 27	12,80	BoPP 9	10,52		
NgPP 5	14,86	BoPP 10	12,95		
NgPP 6	1,29	BoPP 11	16,04		

Contrairement aux échantillons d'eau de surface, le mercure total existe en quantités importantes dans tous les poissons analysés. L'absence de corrélation entre les concentrations quantifiées dans les eaux de surface et les poissons peut être expliquée par la filtration des échantillons d'eau de surface avant analyse. En effet, le mercure sous forme métal (et non ionique soluble : Hg^{2+}) probablement adsorbé sur les particules fines, les matières en suspension, et les sédiments des cours d'eau échantillonnés. Cependant, en cours d'analyse au laboratoire, le métal non ionique serait retenu par le filtre et de ce fait l'eau filtrée se retrouve indemne de mercure.

Il n'est pas exclu que les poissons passant par les mares à rejets miniers, à eaux turbides, à plancton et à micro-algues, puissent filtrer par leurs branchies ces matières en suspension contaminées par le mercure utilisé pour l'amalgame.

Ces résultats montrent que tous les poissons pêchés ont des teneurs en mercure supérieures à la valeur limite de référence OMS (0,5 µg/g Hg), quelle que soit la localisation et l'espèce pêchée (prédateurs). Les concentrations quantifiées varient de 1,29 à 16,80 µg/g Hg. La concentration maximale est environ 33 fois supérieure à la valeur de référence.

Ces poissons à teneurs excessives en mercure pourraient constituer à court terme une source de contamination pour les populations dans les zones d'orpaillage. Compte tenu de la place qu'occupe le poisson dans l'alimentation de ces populations et de son impact socio-économique, il serait important d'approfondir cette étude en analysant les poissons en fonction de leur position dans l'échelle trophique, pour arrêter une liste des poissons pouvant être consommés sans un risque sanitaire pour les populations, sachant que les poissons carnivores/prédateurs accumulent plus le mercure que les poissons herbivores de bas niveau trophique.

Les résultats d'analyse ont permis de mettre en évidence que la concentration moyenne de mercure dans les poissons est géométriquement de 8,56 µg/g (supérieure à la limite admissible de 0,50 µg/g) et arithmétiquement de 10,35 µg/g, pour un écart type de 4,96 µg/g et un intervalle de confiance à 95 % de [6,79 ; 10,33].

Le tableau ci-dessous détaille les statistiques descriptives selon certaines caractéristiques spécifiques des poissons prélevés. Il montre entre autre que les carpes des cours d'eau ont une teneur en mercure élevée par rapport aux silures, tandis que les poissons issus des fleuves ont une teneur en mercure élevée par rapport à ceux pêchés dans les rivières. Voyant le manque de disparités sensibles entre les valeurs déterminées, aucun test ne permet néanmoins de valider ces hypothèses.

Tableau 19. Statistiques descriptives détaillées des poissons analysés

	Moyenne Arithmétique (µg/g)	Moyenne Géométrique (µg/g)	Ecart Type (µg/g)	Intervalle de Confiance à 95 %
Total Général	10,35	8,56	4,96	[6,79 ; 10,33]
Cours d'Eau				
Fleuve	10,71	10,23	3,53	[6,77 ; 13,63]
Rivière	9,89	7,82	5,39	[5,62 ; 10,02]
Type de Poisson				
Carpe	10,91	9,29	4,95	[6,37 ; 12,21]
Silure	9,07	8,21	3,61	[5,33 ; 11,09]

Il est recommandé de conduire une étude plus approfondie des teneurs en mercure pour s'assurer de ces fortes teneurs possibles du métal dans les poissons au voisinage des exploitations de la MAPE. Au cas où ces fortes teneurs se confirment, il devient nécessaire de renforcer l'action de sensibilisation de la population concernant les dangers d'ingestion du mercure, et de prendre les mesures nécessaires pour assurer l'alimentation de la population en poissons indemnes de mercure. À cet égard, les projets de production piscicole (poissons dulçaquicoles) doivent être encouragés.

12.3 Investigations sur les cheveux

12.3.1 Déroulement de la campagne d'échantillonnage

Le prélèvement des mèches de cheveux humains s'est effectué dans les quatre zones : d'étude : Adamaoua, Centre, Est et Sud. Au total, cinquante (50) échantillons de cheveux sont prélevés.

Le rapport de mise en œuvre prévoyait le plan d'échantillonnage suivant, mais le programme définitif pour ce faire a été modifié en fonction des disponibilités des répondants aux questionnaires.

L'opération de prélèvement est difficile. Elle nécessite d'abord le consentement du concerné et la protection des données individuelles, mais elle dépend aussi étroitement de beaucoup d'autres facteurs sociologiques, entre autres la croyance des individus. En raison de cette croyance, de la cessation des activités dans l'Eséka et leur diminution dans la zone d'Akom II, et après prospection du terrain et enquête, la répartition définitive suivante des prélèvements de cheveux a été réussie.

Tableau 20. Prévisions de prélèvement de cheveux selon le rapport de lancement de l'étude

N°	RÉGION	DÉPARTEMENT	ARRONDISSEMENT	QUANTITÉ PRÉVUE	QUANTITÉ PRÉLEVÉE	
1	Est	Lom et Djerem	Bétaré – Oya	8	9	
			Garoua – Boulaï	4	4	
			Ngoura	5	6	
		Ss-Total Lom et Djerem			17	19
		Kadey	Batouri	8	8	
			Ketté/Beké	5	4	
Ss-Total Kadey			13	12		
Ss-Total région de l'Est				30	31	
2	Adamaoua	Mberé	Meiganga	10	13	
3	Centre	Nyong et kelle	Eséka	5	3	
4	Sud	Océan	Akom 2	5	3	
Total général cheveux à prélever				50	50	

12.3.2 Prélèvement des échantillons et conservation

Les échantillons de cheveux dans le cas où la longueur des tresses le permet, ont été prélevés à l'aide de ciseaux faisant partie du Kit global provenant du Laboratoire accrédité. En cas de cheveux courts, le prélèvement est pratiqué à l'aide d'une lame de rasoir stérilisée, à raison d'une lame par "patient".

Le traitement cosmétique des cheveux est également précisé par enquête et vérifié en cours de prélèvement d'échantillon pour chaque personne.

Après échantillonnage, la mèche est soigneusement mise dans une enveloppe reçue du laboratoire, scellée à l'aide d'une bande adhésive de couleur rouge. Sur l'enveloppe, est porté le nom du volontaire consentant, la personne qui a effectué le prélèvement, la longueur de la mèche le cas échéant, et la date de prélèvement.



Figure 46. Séances de prélèvement de cheveux

12.3.3 Difficultés rencontrées

Le prélèvement des mèches de cheveux humains a été un exercice très difficile. En plus de l'effort de conviction que ces cheveux ne seront pas objet de pratiques mystiques, et que les analyses demeureront anonymes, il fallait s'assurer du consentement de chaque "patient" pour cette opération de prélèvement.

Malgré toutes explications et un appui constant des autorités locales et des structures de santé, la population locale n'a pas épargné l'équipe de mission d'une séquestration d'environ cinq (5) heures de temps dans le village Béké. Ceci a nécessité l'intervention de la gendarmerie pour se libérer et son escorte pour pouvoir quitter les lieux.

Tableau 21. Liste des dates prélèvements, préleveurs et caractéristiques des échantillons prélevés classés par localité

n°	Nom & Prénom	Date	Activité	Long. (cm)	Traitement Cosmétique	Préleveur
Batouri						
1	Mboua Franklin	30/06	Artisan M	Ind.	Non	N. Zanga
2	Wan	30/06	Manager	9	Non	N. Zanga
3	Mboua Etienne	30/06	Artisan 15	Ind.	Non	L. Outekelek
4	Obele Bernard	30/06	Artisan M	2	Non	N. Zanga
5	Kehpatou Jeannette	30/06	Artisan M	4	Oui	L. Outekelek
6	Lesline Laurentine	30/06	Eleve	3	Oui	N. Zanga
7	Mbeke Vanessa	30/06	Riveraine	3	Oui	N. Zanga
8	Zo'o Madeleine	30/06	Riveraine	1	Non	N. Zanga
Garoua-Boulai						
9	Bagoé Robert A	07/07	Artisan M	1	Non	Ph. Hobi Mbaga
10	Inna Véronique	07/07	Artisan M	3	Non	Ph. Hobi Mbaga
11	Yade Jean Claude	07/07	Artisan M	1	Non	Ph. Hobi Mbaga
12	Doudou Amélie	07/07	Artisan M	Ind.	Non	Ph. Hobi Mbaga
Béké						
13	Kwe Kwe Dieudonné	02/07	Riveraine	Ind.	Non	L. Outekelek
14	Debois Margo	02/07	Artisan M	Ind.	Non	L. Outekelek
15	Maeva Danselle	01/07	Riveraine	2	Oui	L. Outekelek
16	Ismaela Moctar	01/07	Artisan M	Ind.	Non	L. Outekelek
Ngoura/Colomine						
17	Baby Yano Basile	04/07	Artisan M	Ind.	Non	L. Outekelek
18	Essame Marcelle	04/07	Manager	Ind.	Non	L. Outekelek
19	Samaki Ssoule Jonathan	04/07	Artisan M	Ind.	Non	L. Outekelek
20	Ndoke Sewan Bernard	04/07	Artisan M	Ind.	Non	L. Outekelek
21	Belack Stella	04/07	Employée	2	Non	L. Outekelek
22	Yhomboh Gladys	04/07	Employé	2	Non	L. Outekelek
Betaré-Oya						
23	Yatoume Marlise	05/07	Riveraine	5	Oui	L. Outekelek
24	Hobi Mbaga Philippe	01/07	Manager	Ind.	Non	L. Outekelek
26	Adjidjato Oumar	05/07	Riveraine	4	Oui	L. N. Ngo Simb
26	Nalo Mireille	05/07	Artisan M	6	Oui	L. N. Ngo Simb
27	Yafo Sidonie	05/07	Artisan M	5	Non	L. N. Ngo Simb
28	Bekoni Marlain	05/07	Artisan M	Ind.	Non	L. N. Ngo Simb
29	Aboubakar	05/07	Artisan M	Ind.	Non	L. N. Ngo Simb
30	Ngozo Bernard	05/07	Artisan M	Ind.	Non	L. N. Ngo Simb
31	Ngole Blaise	05/07	Artisan M	Ind.	Non	L. N. Ngo Simb

Meiganga						
32	Gallo Fridoun	09/07	Riverain	1	Non	Ph. Hobi Mbaga
33	Nadiba Adèle	09/07	Artisan M	2	Non	Ph. Hobi Mbaga
34	Sague Elisabeth	09/07	Artisan M	2	Non	Ph. Hobi Mbaga
35	Kaya Yerima Guy J.	10/07	Contrôleur	Ind.	Non	L. Outekelek
36	Beloko Yene	09/07	Elève	1	Non	Ph. Hobi Mbaga
37	Sague Elvige	10/07	Riveraine	1.5	Non	L. Outekelek
38	Demono Bona Adamou	10/07	Artisan M	2.5	Non	L. Outekelek
39	Eveline Ruth	10/07	Riveraine	3	Oui	L. Outekelek
40	Waï Albert	10/07	Artisan M	Ind.	Non	L. Outekelek
41	Doko Essomba Augustin	10/07	Artisan M	1	Non	L. Outekelek
42	Bikao Yadji Amos	10/07	Riveraine	Ind.	Non	L. Outekelek
43	Bebga Gouet Antoine	10/07	Contrôleur	Ind.	Non	L. Outekelek
44	Fokam Pouna Christelle	10/07	Manager	3	Oui	L. Outekelek
Eseka						
45	Duclos Sidiki	14/07	Artisan M	2	Non	Ph. Hobi Mbaga
46	Azia Beleko	14/07	Artisan M	3	Non	Ph. Hobi Mbaga
47	Yomba Ntimba Casiano	14/07	Artisan M	1	Non	Ph. Hobi Mbaga
Akom II						
48	Ekabe Moïse	13/07	Artisan M	2	Non	Ph. Hobi Mbaga
49	Minkoulou	13/07	Artisan M	1	Non	Ph. Hobi Mbaga
50	Ebela G. Narcisse	13/07	Artisan M	4	Non	Ph. Hobi Mbaga

Ind. : Longueur indéterminée, cheveux très courts.

12.3.4 Méthode d'analyse du mercure total

Les analyses du mercure total (en $\mu\text{g/g}$) sont effectuées au Laboratoire Chem-Tox, à Strasbourg dans le Bas-Rhin (67) en France. Pour chaque échantillon, un morceau de la mèche de cheveux du côté de la racine, est prélevé sur une longueur de 2cm. Ce prélèvement est soumis à dissolution, puis à l'analyse du mercure total par ICP-MS (Inductively Coupled Plasma-Mass Spectroscopy). Les certificats d'analyse sont portés en Annexe 8.

La limite de détection du mercure par la technique utilisée, est de $0,02 \mu\text{g/g}$ pour toute la série d'échantillons.

12.3.5 Résultats du mercure total et interprétation

Les résultats d'analyse des cheveux sont portés dans le tableau suivant. Quatre ordres de grandeur de ces teneurs peuvent être relevés :

- 27 échantillons ont donné des teneurs inférieures à $1 \mu\text{g/g}$;
- 11 échantillons possèdent des teneurs comprises entre 1 et $2 \mu\text{g/g}$;
- 11 échantillons révèlent des teneurs en mercure total relativement élevées ($2,05$ à $6,97 \mu\text{g/g}$) ;
- Un prélèvement a donné une forte teneur de $108,36 \mu\text{g/g}$, ce qui est très élevé. Cette valeur a été vérifiée par une seconde analyse de contrôle au Laboratoire Chem-Tox, qui a confirmé cette valeur élevée du mercure total par une nouvelle analyse ($111,3 \mu\text{g/g}$) dans cet échantillon.

Tableau 22. Résultats d'analyse du mercure total dans les cheveux prélevés, activité des individus, leur genre et âge par localité

N° échantillon	Activité	Genre	Age	Concentration (µg/g)	Région	Département	Arrondissement
5366	Artisan M	M	43	0,88	Est	Lom et Djerem	Ngoura
5367	Manager	M	36	2,63	Est	Lom et Djerem	Bétaré-Oya
5368	Artisan M	M	25	1,77	Adamaoua	Mberé	Meiganga
5369	Riveraine	F	28	1,09	Adamaoua	Mberé	Meiganga
5370	riveraine	F	30	0,47	Adamaoua	Mberé	Meiganga
5371	Artisan M	M	27	0,63	Adamaoua	Mberé	Meiganga
5372	Artisan M	M	38	3,45	Adamaoua	Mberé	Meiganga
5373	Riveraine	M	50	0,63	Adamaoua	Mberé	Meiganga
5374	Riveraine	F	39	3,11	Est	Lom et Djerem	Bétaré-Oya
5375	Artisan M	M	27	2,78	Centre	Nyong et Kelle	Eseka
5376	Controleur	M	30	1,35	Adamaoua	Mberé	Meiganga
5377	Artisan M	M	26	3,14	Est	Lom et Djerem	Bétaré-Oya
5378	Artisan M	M	30	0,92	Est	Lom et Djerem	Bétaré-Oya
5379	Artisan M	F	29	2,05	Est	Lom et Djerem	Bétaré-Oya
5380	Artisan M	M	28	2,4	Est	Lom et Djerem	Bétaré-Oya
5381	Artisan M	F	30	6,97	Est	Lom et Djerem	Bétaré-Oya
5382	Artisan M	M	40	0,89	Est	Lom et Djerem	Bétaré-Oya
5383	Contrôleur	M	30	0,79	Adamaoua	Mberé	Meiganga
5384	Manager	F	35	0,97	Adamaoua	Mberé	Meiganga
5385	Artisan M	F	18	0,35	Est	Lom et Djerem	Garoua-Boulaï
5386	Artisan M	F	20	0,24	Adamaoua	Mberé	Meiganga
5387	Elève	M	15	0,42	Adamaoua	Mberé	Meiganga
5388	Artisan M	M	50	0,37	Est	Lom et Djerem	Garoua-Boulaï
5389	riveraine	F	28	0,44	Est	Lom et Djerem	Bétaré-Oya
5390	Artisan M	M	32	0,65	Centre	Nyong et Kelle	Eseka
5391	Artisan M	M	30	0,55	Centre	Nyong et Kelle	Eseka
5392	Artisan M	M	23	1,61	Sud	Océan	Akom II
5393	Artisan M	M	31	1,46	Sud	Océan	Akom II
5394	Artisan M	F	37	0,37	Adamaoua	Mberé	Meiganga
5395	Riverain	M	18	0,47	Adamaoua	Mberé	Meiganga
5396	Employée SM	F	32	108,36	Est	Lom et Djerem	Ngoura
5397	Employée SM	F	35	4,01	Est	Lom et Djerem	Ngoura
5398	Artisan M	M	22	1,54	Sud	Océan	Akom II
5399	Artisan M	M	30	1,26	Est	Lom et Djerem	Ngoura
5400	Site Manager	F	28	3,37	Est	Lom et Djerem	Ngoura
5401	Riveraine	F	19	0,91	Est	Kadey	Batouri
5402	Elève	F	14	0,76	Est	Kadey	Batouri
5403	Artisan M	F	40	0,23	Est	Kadey	Batouri
5404	Artisan m	M	38	0,96	Est	Kadey	Batouri
5405	Artisan 15	M	35	1,64	Est	Kadey	Batouri
5406	Manager	F	43	2,68	Est	Kadey	Batouri
5407	Artisan M	M	29	0,68	Est	Kadey	Ketté
5408	riveraine	F	15	0,46	Est	Kadey	Ketté
5409	Artisan M	M	58	0,58	Est	Kadey	Ketté
5410	Riveraine	M	42	1,47	Est	Kadey	Ketté
5411	Artisan M	F	23	0,08	Est	Lom et Djerem	Garoua-Boulaï

N° échantillon	Activité	Genre	Age	Concentration (µg/g)	Région	Département	Arrondissement
5412	Artisan M	M	25	0,57	Est	Lom et Djerem	Garoua-Boulaï
5413	Riveraine	F	35	1,13	Est	Kadey	Batouri
5414	Ancien	M	61	0,95	Est	Lom et Djerem	Ngoura
5415	Artisan M	M	36	1	Est	Kadey	Batouri

▪ **Choix de la valeur de référence**

L'interprétation des teneurs en mercure dans des prélèvements humains (cheveux, sang, ongles, urine, etc.) nécessite un soin particulier. Elle est conditionnée par la quantité de matrice à prélever et à analyser, mais aussi par le renouvellement bio-physiologique de la matrice choisie dans l'organisme. Par exemple, les teneurs en mercure dans le sang et dans l'urine varient hebdomadairement, voire journalièrement, selon les habitudes culinaires des individus et de la population et de l'usage possible de produits cosmétiques contenant du mercure (crèmes décolorantes, savons en particulier). Les cheveux, enregistrent à l'image d'une 'bande magnétique' l'histoire d'incorporation semaine par semaine, du mercure ingéré dans l'organisme. De ce fait, les cheveux constituent un meilleur indicateur pondéré de la quantité de mercure moyenne ingérée par l'individu durant les dernières semaines, voire les mois précédant la date de prélèvement ; ceci dépend également de l'hygiène de la personne et de la croissance de ses cheveux.

Une littérature riche et variée discute les résultats des études des teneurs en mercure dans différentes matrices humaines prélevées chez des individus de différents pays, selon différents attributs, et différents métiers, entre autres les ouvriers et artisans miniers de pays où se pratique l'orpailage au mercure (Guyane Française, Ghana, Pakistan, etc.).

L'OMS et le PNUE (Programme IOMC, 2008) ont élaboré des valeurs de référence pour interpréter en termes de risques sanitaires, les concentrations de mercure mesurées dans les cheveux. Les teneurs recommandées sont comme suit :

- La concentration 2 µg/g de cheveux est le niveau moyen d'imprégnation d'une population non exposée ;
- La concentration 10 µg/g est la valeur seuil au-delà de laquelle il existe un risque d'atteinte neurologique chez l'enfant ;
- La concentration 50 µg/g correspond à la teneur limite au-delà de laquelle le risque sanitaire est estimé à 5% dans la population adulte.
- La valeur d'imprégnation capillaire maximale dans les cheveux, recommandée à ce jour par l'OMS, est de 10 µg/g.

Tableau 23. Teneurs en mercure (µg/g) recommandées pour l'imprégnation d'une population non exposée, pour le risque d'atteinte chez l'adulte, et valeur limite d'imprégnation tolérée.

	Teneur limite recommandée pour l'imprégnation d'une population non exposée	Teneur seuil du risque d'atteinte neurologique chez l'adulte	valeur d'imprégnation recommandée par l'OMS
Mercuré (µg/g)	2	50	10

▪ **Interprétation des résultats**

Toutes les teneurs en Hg total des échantillons de cheveux sont supérieures à la limite de détection du laboratoire (0,02 µg/g). Les concentrations mesurées varient de 0,08 à 108,32 (µg/g), avec une moyenne géométrique de 1,08 µg/g.

Au total, un seul dépassement (108,32 µg/g) de la valeur de référence (10 µg/g) est observé. Le tableau suivant présente la distribution de la population en fonction des valeurs de mercure.

Tableau 24. Distribution de la population en fonction des concentrations de mercure

Percentiles	Teneur en mercure ($\mu\text{g/g}$) /total de 50 individus.
1 %	0,15
10 %	0,37
50 %	0,95
60 %	1,97
90 %	3,16
95 %	3,75
98 %	8,99
99 %	58,67

Les résultats de la distribution de la population en fonction des concentrations de mercure mettent en évidence :

- 60% des individus présentent des concentrations en mercure inférieures au niveau moyen d'imprégnation d'une population non exposée ($2 \mu\text{g/g}$) ;
- 98% des individus présentent des teneurs inférieures à la valeur seuil du risque, recommandée par l'OMS ($10 \mu\text{g/g}$) ;
- 2% de la population échantillonnée, soit un individu parmi 50, présentent une teneur d'imprégnation au mercure supérieure au seuil du risque de $10 \mu\text{g/g}$. Cette concentration est 11 fois plus élevée que la valeur seuil recommandée par l'OMS, et deux fois la valeur seuil au-delà de laquelle un risque d'atteinte neurologique chez l'adulte peut manifester ($50 \mu\text{g/g}$). Il s'agit d'un individu employé d'une société de mécanisation à Colomine dans l'Arrondissement de Ngoura de la Région Est. Cette concentration élevée du mercure pourrait se justifier par :
 - Une utilisation excessive du mercure par la société de mécanisation, l'individu artisan minier, étant impliqué dans le processus de lavage du minerai.
 - Notons qu'un second individu artisan minier du même site (n° 5397) présente aussi un taux supérieur ($4,01 \text{ g/g}$) à la teneur moyenne de mercure de la population non exposée ($4,01 \mu\text{g/g}$) selon l'OMS. Ce taux d'imprégnation est toutefois significativement plus bas que le précédent. Ces deux individus se sont portés volontaires durant les séances de sensibilisation menées à la structure. Ce point nécessiterait des investigations complémentaires.

12.3.6 Statistique des données d'enquête et des teneurs en Hg des cheveux

Les échantillons de cheveux de la population minière et riveraine, proviennent de 50 personnes. Celles-ci sont réparties proportionnellement selon la taille, l'âge et le genre de la population globale.

La concentration moyenne de mercure est géométriquement d'une valeur normale de $0,98 \mu\text{g/g}$ et arithmétiquement, d'une valeur normale de $1,39 \mu\text{g/g}$, pour un écart type de $1,27 \mu\text{g/g}$ et un intervalle de confiance à 95 % [$0,63$; $1,33$]. Le tableau ci-dessous détaille les statistiques descriptives selon les caractéristiques spécifiques de la population prélevées en cours d'enquête.

Tableau 25. Statistiques descriptives détaillées de la population prélevée.

	Moyenne Géométrique (µg/g)	Moyenne Arithmétique (µg/g)	Écart type	Intervalle de confiance à 95 %
Population masculine	0,85	1,47	1,66	[0,16 ; 1,54]
Population féminine	1,09	1,31	0,85	[0,77 ; 1,44]
Population âgée de moins de 20ans	0,54	0,58	0,24	[0,33 ; 0,75]
Population âgée de plus de 20 ans	0,68	1	0,77	[0,25 ; 1,11]

▪ **Concentration du mercure dans les cheveux selon le genre**

Les résultats précédents révèlent que la concentration de mercure dans les cheveux d'hommes, est majoritairement normale. En effet, environ 75% de ceux-ci ont des teneurs en mercure incluses dans l'intervalle des valeurs normales. Pour les femmes, un peu plus de la moitié des individus présente des concentrations exclues de cet intervalle, supérieures et inférieures aux valeurs normales. Le test de corrélation confirme l'hypothèse d'indépendance entre le genre et la concentration de mercure dans les cheveux ($p=0,106 > 0,05$).

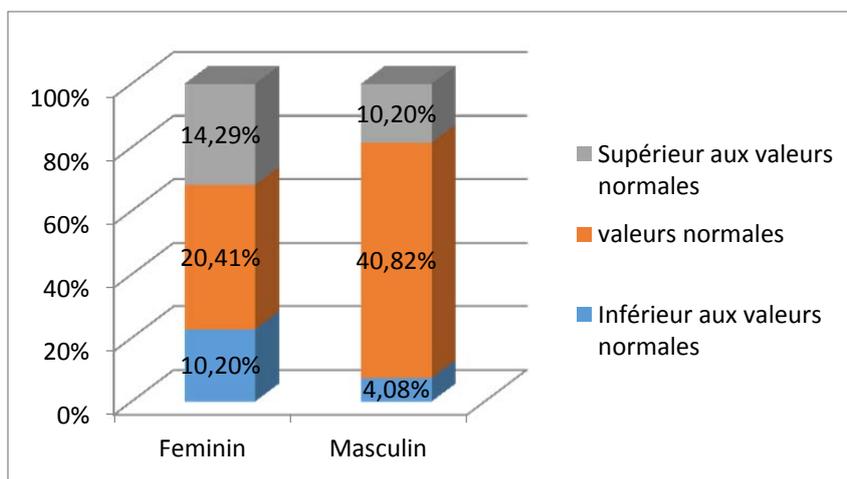


Figure 47. Genre et répartition des teneurs en mercure dans les cheveux.

▪ **Répartition des teneurs en mercure dans les cheveux selon l'activité dans l'orpaillage**

La concentration de mercure à valeur normale dans les cheveux, est similairement élevée pour les mineurs et les majeurs, soit près de 27 % pour chaque groupe. La population orpailleuse chargée du lavage du minerai est la seule présentant des teneurs en mercure supérieures aux valeurs normales (6,67 %). Les calculs montrent l'indépendance entre l'âge et la valeur de la teneur du mercure dans les cheveux ($p=0,49 > 0,05$).

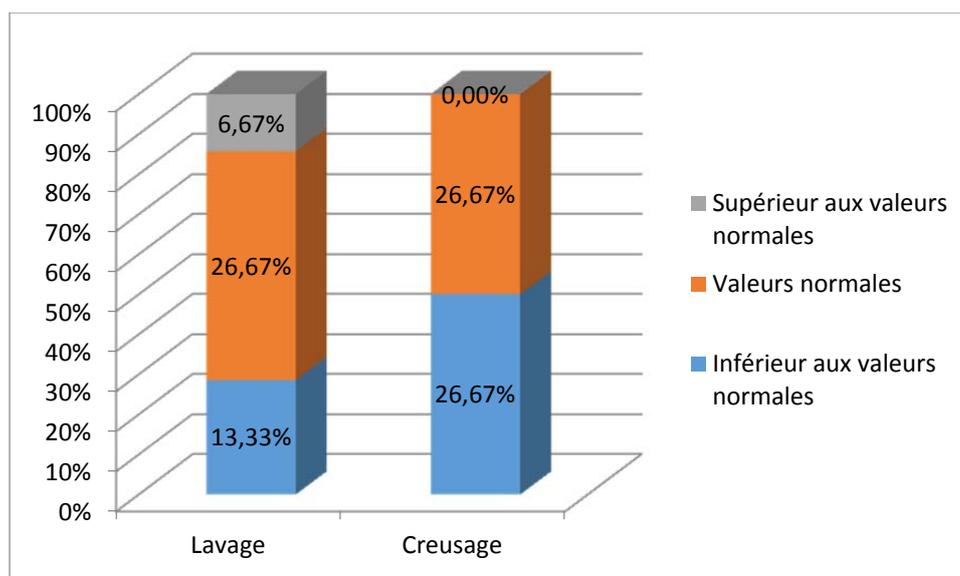


Figure 48. Concentration de mercure dans les cheveux selon l'activité dans l'artisanat minier.

▪ *Teneurs en mercure des cheveux selon le site d'artisanat minier*

Cette teneur varie selon la zone d'orpaillage. Les individus enquêtés d'Akom II et de Ketté possèdent des concentrations normales en mercure dans leurs cheveux, tandis que ceux de Bétaré-Oya, Ngoura, Eséka, Batouri et Meiganga, ont des valeurs supérieures aux valeurs normales. Le test du Chi2 permet avec une marge d'erreur de 10% ($p=0,09 < 0,10$) de confirmer l'hypothèse de liaison entre la concentration du mercure dans les cheveux de la population et le site d'orpaillage.

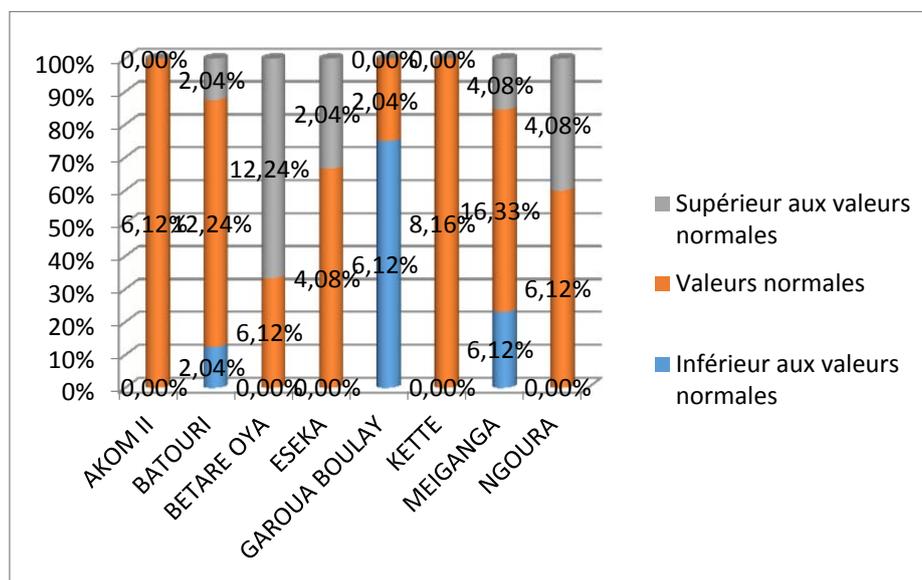


Figure 49. Concentration du mercure dans les cheveux selon la situation géographique du site d'artisanat minier

▪ *Concentration du mercure dans les cheveux selon l'âge*

Les résultats de cette étude montrent que le niveau normal de concentration de mercure dans les cheveux est aussi important au sein de la population mineure que de la population majeure (environ 2/3 de chacune de ces populations), la population majeure étant la seule possédant en son sein des cas de concentration de mercure dans les cheveux supérieurs aux valeurs

normales. Ces résultats montrent également l'indépendance entre l'âge et l'état de la concentration du mercure ($p=0,6 > 0,05$).

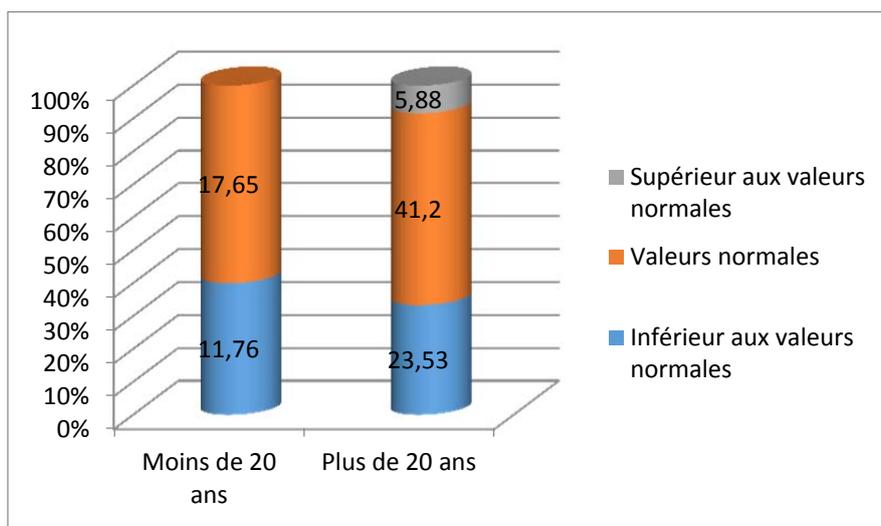


Figure 50. Répartition de la concentration du mercure dans les cheveux selon l'âge

Durant cette enquête, nous avons tenu à la confidentialité des données d'analyse et des données personnelles quand il s'agit de prélèvement de cheveux. Concernant les résultats des teneurs en mercure déterminées dans les eaux, dans les cheveux et dans les poissons et à la demande des personnes enquêtées, un retour d'information de l'unité de commandement mais aussi des patients (cheveux, poissons), et à leur demande, concernant les résultats de l'enquête, devient nécessaire.

Les résultats d'analyses et les certificats respectifs donnés en Annexe à cette enquête seront mis à disposition du client pour pouvoir assurer ce retour d'information, et pour faciliter la mise en œuvre des activités et des dispositions nécessaires pour protéger la population contre les dangers du mercure.

13 PROPOSITION D'UN PLAN D'ACTION DE LUTTE CONTRE LES DANGERS DU MERCURE DANS LE SECTEUR DE LA MAPE

Les résultats des investigations de cette enquête et ceux des analyses du mercure total dans des eaux de surface, des poissons et des cheveux de population minière, permettent de dégager les constats suivants quant à l'usage du mercure dans l'orpaillage au Cameroun, ses dangers et ses nuisances occasionnés à l'environnement et à la santé humaine.

Ce sont ces constats qui permettent d'identifier et de proposer des actions de lutte nationale contre le fléau mercure.

Il faut préciser qu'au regard de la loi Camerounaise et surtout de la Convention de Minamata qui viendra à ratification, l'objectif premier est l'ébauche d'un plan d'action pour l'éradication totale du mercure provenant non seulement de la Catégorie source MAPE, mais aussi d'autres catégories. Dans un cadre plus complet, ce plan devrait aussi englober le mercure en rejet des déchets, des appareillages industriels, des fuels consommables, de la combustion de charbons, des appareillages médicaux et de santé (thermomètres, tensiomètre, thermomètres de laboratoire, ...), ... Ceci est conduit pour jeter les bases d'une Stratégie future de lutte au Cameroun, contre les dangers du mercure.

Ce plan d'action peut se fixer des objectifs précis qui peuvent être énoncés comme suit :

13.1 Objectifs généraux

Il n'est pas question de tolérer la moindre utilisation du mercure dans le secteur de la MAPE, d'autant plus que des méthodes gravitaires et de séparation physique de l'or sont bien en exercice au Cameroun, conduites par des sociétés Coréennes.

Objectif Général 1 :

Interdire l'usage du mercure pour se conformer à la réglementation nationale et internationale, et établir un système de gestion du mercure et des déchets solides et liquides dans toutes les exploitations artisanales et semi-mécanisées de l'or au Cameroun. Ce système de gestion fiable et sécurisé, doit assurer le respect de l'environnement et de la santé humaine, et doit protéger la population, le réseau hydrographique, la faune et la flore, en y impliquant le secteur publique, le secteur privé et la société civile.

Objectif Général 2 :

Cet objectif doit s'atteler à améliorer la situation des ménages et des personnes les plus défavorisés, aux bas revenus, non seulement en matière de gestion des déchets, mais aussi en matière de gestion de l'environnement minier et des ressources entre autres, hydrauliques.

Il s'agit donc d'améliorer les conditions socio-économiques et de santé des populations les plus défavorisées dans les zones minières.

Tous les objectifs qui suivent doivent respecter et s'aligner sur ces deux objectifs principaux.

13.2 Objectifs techniques

Les objectifs techniques ont affaire au contrôle de la filière mercure, l'utilisation de cet élément dans le secteur de la MAPE, l'efficacité des mesures de son éradication, mais aussi à la gestion des déchets ménagers, banals (miniers) et dangereux (entre autres les rejets solides ou liquides contenant du mercure), et la remise en état des lieux après extraction minière conformément aux exigences du Cahier des charges Environnemental. Ces objectifs peuvent être définis comme suit.

▪ **Filière mercure et prix de vente du mercure dans la MAPE :** Ce métal liquide a été et continue d'être introduit par des circuits illicites dans le secteur de l'artisanat minier et la petite mine au Cameroun, malgré la réglementation nationale interdisant son usage (et l'usage du cyanure) dans l'orpaillage.

Le mercure proviendrait de pays voisins dotés d'une longue expérience dans l'amalgamation de l'or au mercure et sa récupération, sinon directement de Chine par des entreprises d'exploitation chinoises qui dominent l'artisanat minier semi-mécanisée au Cameroun.

Le mercure est illicitement vendu par des intermédiaires du commerce, et sur les sites miniers à des prix exorbitants !

- Le plein d'un bouchon de bouteille d'eau minérale, soit environ 40 g de mercure, est vendu entre 10.000 et 15.000 FCFA (soit \approx 38 à 57 euros le prix des 100 g), ce qui donne aussi un prix de 380 à 570 euros par Kg de mercure.
- Le litre (1dm³) de mercure, qui correspond à 13,6 Kg voyant la densité, est bradé à 1.200.000 à 1.500.000 FCFA. Ceci revient à 1 Kg de mercure vendu à 441 à 552 euros.

A ces prix, une tonne de mercure (73,5 litres) est bradée à un prix variant de 44.000 à 552.000 euros, ce qui représente une véritable arnaque. En effet, pour un métal aussi prohibé de vente à une échelle internationale, le prix de 1 Kg ne devrait pas dépasser 40 dollars (référence : Métal Pages), soit environ 35 euros. Ce qui amène à un prix moyen multiplié par 10 par les intermédiaires au Cameroun.

Objectif Technique 1 :

Contrôler sévèrement tout usage illicite du mercure dans le secteur de la MAPE, et la filière de vente illicite de ce poison en réprimant tout contrevenant.

- **Exposition des ouvriers au mercure et imprégnation par voie cutanée et par inhalation**
 - ✓ L'exposition cutanée des laveurs de minerai au mercure, peut être cause de contamination notamment du genre féminin qui prédomine dans cette activité.
 - ✓ Les orpailleurs sont aussi exposés aux vapeurs dégagées lors des opérations du chauffage de l'amalgame et évaporation du mercure. Ce mode de traitement de l'amalgame répété par le même opérateur 2 à 5 fois par semaine est certainement cause d'imprégnation au mercure par inhalation et par voie cutanée, et peut entraîner des troubles de la santé du fait de l'exposition prolongée au mercure.
 - ✓ Les bacs de lavage du mercure sont déversés sans prise en compte du mercure qui s'y trouve et qui peut être entraîné dans les cours d'eaux, puis absorbé et accumulé par la faune et la flore.
 - ✓ Au long terme, les populations riveraines peuvent être exposées au méthyl-mercure (HgCH₃⁺) dérivé du mercure, et forme chimique fortement bioaccumulative, principalement par la consommation d'eau et de poisson, très récurrente dans ces localités.

Objectif Technique 2 :

- ✓ ***Instaurer un programme de veille et de contrôle pour éradiquer définitivement l'usage du mercure ;***
- ✓ ***Renforcer la structure dédiée à l'encadrement du secteur minier artisanal au Cameroun (CAPAM) ;***
- ✓ ***Nécessité d'une meilleure diffusion de l'information sur les dangers liés à l'usage du mercure ;***
- ✓ ***Organisation et renforcement des capacités des acteurs ;***

- ✓ **Renforcement de la prise en charge des personnes atteintes par le mercure dans les centres de santé ;**
- ✓ **Encourager les entrepreneurs installés et les nouveaux détenteurs de titres miniers, à l'abandon immédiat du mercure, et à l'adoption de techniques d'extraction de l'or sans le mercure (techniques gravitaires, séparation physique, peau de chamois, etc.)**

▪ **Renforcement de la structure dédiée à l'encadrement du secteur minier artisanal (CAPAM)**

Il est nécessaire de mettre en place une Unité de Suivi et Évaluation Environnementale avec un service mercure et avec des démembrements dans les brigades minières, qui fera un suivi permanent des milieux et des personnes, continuera à sensibiliser les entrepreneurs et les ouvriers sur les risques liés à l'usage du mercure dans l'orpaillage, et sur les pratiques environnementales, avec une application rigoureuse des textes en vigueur. Cette Unité mènera des actions de suivi administratif et législatif ; fera la surveillance des sites, des visites inopinées, donnera des sanctions, et suivra l'application des sanctions.

Objectif Technique 3 :

Renforcement des capacités du CAPAM en créant une Unité de Suivi et Evaluation Environnementale pour une gestion rigoureuse de l'environnement minier, la remise en état des lieux après extraction, et l'application de sanctions à tout utilisateur ou manipulateur de mercure.

▪ **Éradication totale de l'usage du mercure à court terme**

Cette action doit à court terme modifier les pratiques d'orpaillage. Il faut veiller à l'encouragement des techniques d'exploitation sans usage de mercure, y compris chez les petits artisans, en les encourageant à vendre leur concentré d'exploitation aux sociétés d'exploitation mécanisées voisines.

Pour ce faire, il est nécessaire d'organiser l'action et de renforcer les capacités de tous les acteurs surtout des artisans miniers par :

- ✓ La structuration et le renforcement des capacités organisationnelles, techniques et financières des coopératives d'artisans miniers ;
- ✓ Facilitation de l'accès des artisans miniers au crédit et à l'épargne ;
- ✓ Développement des activités génératrices de revenus autres que l'exploitation de l'or ;
- ✓ Visites d'échange d'expériences avec les acteurs des autres pays aurifères ;

Objectif Technique 4 :

Encourager l'adoption de techniques d'exploitation sans usage du mercure, y compris chez les petits artisans, et encouragement au développement de techniques alternatives d'exploitation de l'or et de reconversion dans des activités autres que minières.

- Les petits artisans miniers sont très nombreux et très actifs dans les trois zones d'étude, mais leur situation sanitaire est très compromise et préoccupante et leurs conditions de travail sont dangereuses.

Objectif Technique 5 :

Optimiser la situation sanitaire et les conditions de travail des artisans miniers, en focalisant sur leur encadrement et leur sensibilisation pour conduire leur travail de la manière la plus sécuritaire.

- L'exploitation minière est le plus souvent conduite en l'absence de spécialistes du métier (géologue, Ingénieur des mines, environnementaliste). Il est donc nécessaire

d'affecter ces spécialistes aux exploitations privées, ce qui permet d'assurer une exploitation rationnelle des ressources, et le respect de l'environnement et de la santé ;

- Il est important et urgent de mener des campagnes de sensibilisation au profit des femmes en âge de procréation et des enfants de bas âges concernant les nuisances du mercure ;
- Mener des campagnes de sensibilisation à la consultation volontaire des personnes imprégnées par le mercure, notamment les personnes sensibles (femmes et enfants de bas âge).

Objectif Technique 6 :

Exiger aux sociétés d'exploitation mécanisée d'embaucher au moins deux spécialistes dans le domaine de la reconnaissance et de l'exploitation des minéralisations.

- Communication sur les résultats de l'enquête auprès des administrations, des autorités administratives et traditionnelles, de la société civile, des orpailleurs et des populations riveraines, et multiplier les informations sur les dangers liés à l'usage du mercure, et sur l'aisance de conversion dans le domaine d'exploitation sans mercure.

Objectif Technique 7 :

Divulguer de l'information auprès des administrations, de la société civile, de la population et des ouvriers de la MAPE, pour les encourager à abandonner l'usage du mercure et la reconversion dans les techniques d'exploitation propres et respectueuses de l'environnement et de la santé.

13.3 Objectifs institutionnels

Comme discuté dans les chapitres réservés à l'enquête et surtout, le contexte institutionnel et réglementaire, et les constats dégagés concernant les techniques et méthodes d'exploitation :

Le Ministère de l'Environnement, de la Protection de la Nature et du Développement Durable (MINEPNDD), et par suite la Direction des Normes et Contrôle, sont garants de la salubrité de l'Environnement, en étroite relation avec les Autorités Administratives et Traditionnelles locales.

Le Ministère de la Santé Publique (MINSP), et par suite la Direction Générale de la Santé, et les structures sanitaires locales sont garants de la santé de la population et de l'hygiène publique.

Le Ministère de l'Administration Territoriale (MINAT), en tant que Ministère de tutelle des collectivités, est impliqué directement dans la gestion des déchets, des ressources, et dans le contrôle du déroulement des activités minières.

Le Ministère des Mines, de l'Industrie et du Développement Technologique (MINMIDT), et par suite la Direction des Mines sont garants de l'exploitation rationnelle des ressources et du contrôle des activités minières, de l'octroi de permis de recherche minière, et de concessions d'exploitation.

✦ Vu l'importance de la gestion rationnelle des ressources minières qui doit être étendue à toutes les zones du présent projet, voire même à toutes les exploitations minières du Pays, il faudrait regrouper tous les efforts au sein d'une seule instance. D'où :

Objectif Institutionnel 1 :

Créer une instance (office, agence, à caractère de préférence EPIC et non EPNA, qui sera chargée de la gestion des déchets solides ordinaires et miniers, et déchets

dangereux, de la remise en état des lieux dans les règles de l'art après exploitation, et du contrôle environnemental des exploitations. Cette instance peut travailler en étroite collaboration avec le MINEPDED et le CAPAM.

✦ Vu la nécessité d'un financement parfois lourd pour assurer les meilleures Stratégies et Plans Stratégiques d'Exploitation des Ressources Minières, avec une sauvegarde stricte de l'environnement, il est nécessaire d'amender le Code Minier actuel ou de promulguer de nouveaux textes de lois (textes d'application) qui devraient mieux encadrer le secteur de la MAPE en deux phases (phase exploration, et phase d'exploitation sur obtention du droit de concession). À cet égard, la notion de permis élémentaire doit être définie. Il s'agit de la plus petite surface qui peut être octroyée en permis. L'octroi de plusieurs permis élémentaires doit être proportionnel à l'engagement d'investissement de l'exploitant de petite mine, dans le cadre d'un Cahier des Charges.

✦ Notons aussi que la responsabilité des organismes dans le plan d'action pour assurer à terme les meilleurs résultats des différentes activités peut poser problème. Une parfaite coordination est nécessaire pour le meilleur contrôle et suivi des activités proposées. Ceci nécessite une relecture dans les textes pour s'assurer des missions de ces organismes afin de pallier tous conflits potentiels de compétence.

Objectif Institutionnel 2 :

Promulguer des textes de loi qui permettent de définir la notion de permis élémentaire, de séparer l'étape d'exploration (avec une durée limite) et l'étape exploitation sur octroi d'une concession sanctionnée par la signature d'un Cahier des Charges.

13.4 Proposition d'un Plan d'Action

Tableau 26. Tableau récapitulant les objectifs, activités du plan d'action, les responsabilités et le budget de mise en œuvre.

Objectif global : Mise en place d'un plan d'action pour développer et promouvoir des méthodes alternatives auprès des artisans afin d'éradiquer l'utilisation du mercure dans le secteur de la MAPE							
ACTIVITES	INDICATEURS D'IMPACT OBJECTIVEMENT VERIFIABLES	INDICATEURS DE SUIVI	SOURCES ET MOYENS DE VERIFICATION	RESPONSABILITE	Échéance	BUDGET DE MISE EN ŒUVRE	
Objectif spécifique 1 : Interdire l'usage du mercure dans le secteur de la MAPE conformément à la réglementation nationale et internationale							
Résultats : L'utilisation du mercure dans le secteur de la MAPE est interdite							
Activités	Suivre et Contrôler sévèrement tout usage illicite du mercure dans le secteur de la MAPE, et la filière de vente illicite. Mettre à disposition les moyens matériels et humains nécessaires	Mise en place des moyens de contrôle et de suivi	Comité de Contrôle et de Suivi mis en place	Nombre de contrevenants ; fréquence des contraventions	MINMIDT, MINEPDED, MINSANTE	Long terme	Budgets des Ministères
	Surveillance et contrôle renforcé de toute commercialisation du mercure ; application rigoureuse des conventions Rotterdam, Bamako, et Minamata.	Mobilisation des moyens matériels et humains pour la surveillance et le contrôle	Dispositif de contrôle installé	Fréquence de contraventions ; quantités de Hg métal saisies.	MINEPDED Ministère du Commerce Douane Camerounaise,	Long Terme	Budget des Ministères concernés et de la Douane
	Instaurer un programme de veille et de contrôle pour éradiquer définitivement l'utilisation du mercure dans l'orpaillage	Adoption de normes et d'un programme de veille visant l'éradication du mercure	Programme mis en place et normes adoptées	Rapports de suivi réguliers annuels ; respect des normes vérifiées.	MINEPDED MINMIDT MINSANTE	Long Terme	Budget des Ministère
Objectif spécifique 2 : Promouvoir l'utilisation d'autres techniques alternatives d'extraction minière sans utilisation du mercure							
Résultats : La promotion des nouvelles techniques est mise en place							
Activités	Promouvoir et faciliter l'accès aux nouvelles techniques disponibles de remplacement ; sans utilisation de mercure.	Promotion de nouvelle technique mise en place.	Adaptation satisfaisante des artisans à l'utilisation des techniques ; rendement satisfaisant.	Rapports semestriels de suivi et de vérification.	MINMIDT MINEPDED, CAPAM	Court et Moyen Termes	Budget des Ministères et du CAPAM
	Réaliser une étude bilan coût/avantage des différentes techniques (MTD) sans mercure en tenant compte des caractéristiques minières du Cameroun. Échange d'expérience avec d'autres pays.	Étude réalisée et MTD choisies.	Étude et MTD approuvés et pratiqués dans la MAPE ; répercussions budgétaires résolues.	Étude du bilan coût/avantage	MINMIDT MINEPDED, CAPAM	Moyen Terme	80 à 100.000 \$
	Faciliter l'accès des artisans au crédit et à l'épargne pour s'équiper de nouvelles Techniques propres	Étude technique et financière	Ligne de crédit mise en place ; solution des moyens budgétaires	Répercussion budgétaires évaluées ; Taux de bénéficiaires	MINMIDT MINEPA	Court et Moyen Terme	15.000 \$/Unité
	Encadrer les artisans par l'implication des spécialistes du métier	Guide de formation préparé	Formation des artisans assurée par des spécialistes du métier.	Taux d'artisans bénéficiaires de la formation.	MINMIDT CAPAM	Court et Moyen Termes	20.000 \$ (support + Formation)

Objectif global : Mise en place d'un plan d'action pour développer et promouvoir des méthodes alternatives auprès des artisans afin d'éradiquer l'utilisation du mercure dans le secteur de la MAPE							
ACTIVITES		INDICATEURS D'IMPACT OBJECTIVEMENT VERIFIABLES	INDICATEURS DE SUIVI	SOURCES ET MOYENS DE VERIFICATION	RESPONSABILITE	Échéance	BUDGET DE MISE EN ŒUVRE
Objectif spécifique 3 : Développer un programme national de gestion des déchets miniers contenant du mercure, issus du secteur de la MAPE et des sites contaminés							
Résultats : Les déchets des matrices contenant du mercure sont gérés en adéquation avec les objectifs de la convention de Minamata							
Activités	Renforcer la réglementation nationale en matière de gestion des déchets à mercure	Textes réglementaires et normes limites (eau, air sol) adoptées	Textes réglementaires et normes publiés ;	Vérification du degré de conformité aux normes et textes en vigueur	MINEPDED, MINMIDT CAPAM	Moyen et Long Termes	Budget propre des Ministères et CAPAM
	Exiger un plan de gestion environnementale pour la remise en état des lieux après extraction minière	Application des textes relatifs aux EIE, et contrôle et suivi des impacts et des engagements PGE, Remise en état des lieux.	Application rigoureuse des textes relatifs aux EIE	Nombre de PGE déposés. Taux de contrevenants	MINEPDED,	Court et Moyens Termes	Budget propre du Ministère
	Restauration des sites anciens exploités et abandonnés, et travaux de dépollution.	Études de reconnaissance des sites, et APD/DAO détaillés des sites à restaurer et à dépolluer	Mise en place d'un comité de suivi ; travaux de restauration.	Nombre de sites reconnus et restaurés.	MINEPDED, MINMIDT CAPAM	Moyen et Long Termes	300 à 800.000 \$
Objectif spécifique 4 : Améliorer les conditions socio-économiques et de santé des populations les plus défavorisées, et des personnes les plus sensibles dans les zones minières							
Résultats : Les conditions des populations sont améliorées							
Activités	Améliorer le taux de récupération de l'Or en utilisant les meilleures techniques	Amélioration des revenus des artisans	Nouvelles technique adoptée abandon de l'utilisation du mercure	Taux de récupération Revenu des orpailleurs	MINMIDT MINEPDED,	Moyen Terme	Budget du ministère
	Renforcer la prise en charge des personnes atteintes par le mercure dans les centres de santé	Guide des symptômes liés à une contamination au mercure Médecins formés	Guide adopté et diffusé au niveau des centres de santés situés dans les zones d'orpaillage	Nombre de session de formation - sensibilisation Taux de médecins bénéficiaires de la formation	MINMIDT MINSANTE	Court et Moyen Termes	Budget des ministères

Objectif global : Mise en place d'un plan d'action pour développer et promouvoir des méthodes alternatives auprès des artisans afin d'éradiquer l'utilisation du mercure dans le secteur de la MAPE							
ACTIVITES		INDICATEURS D'IMPACT OBJECTIVEMENT VERIFIABLES	INDICATEURS DE SUIVI	SOURCES ET MOYENS DE VERIFICATION	RESPONSABILITE	Échéance	BUDGET DE MISE EN ŒUVRE
	Obtenir de meilleurs prix pour l'Or en suivant des standards qui le permettent (exp : le standard d'or équitable développé par l'Alliance pour une Mine Responsable (ARM) et le Fair Trade Labelling permettent aux mineurs d'obtenir une prime pour la mise en œuvre de bonnes pratiques selon le mécanisme du Commerce Équitable)	Amélioration du rendement des exploitations	Affiliation des exploitations	Nombre d'exploitations respectant les standards	MINMIDT PRECASEM	Moyen Terme	Budget du ministère
	Sensibilisation à la consultation volontaire des personnes imprégnées par le mercure, notamment les personnes sensibles (femmes et enfants de bas âge)	Mise à disposition des moyens matériels et humains pour le diagnostic l'intoxication au mercure.	Programme de sensibilisation et structure de suivi de santé mis en place	Nombre de personnes volontaires pour le diagnostic d'une intoxication potentielle au mercure	MINMIDT MINEPDED, MINSANTE	Court et Moyen Termes	Budget des ministères
	Action de sensibilisation au profit des femmes en âge de procréation, des jeunes filles et des enfants de bas âge sur les nuisances néfastes du mercure.	Élaboration d'un programme de sensibilisation et mise à disposition des moyens matériels et humains pour différentes campagnes de sensibilisation.	Programme de sensibilisation au profit des femmes et enfants de bas âge établi et conduite de l'action de sensibilisation.	Nombre de campagnes de sensibilisation par région	MINMIDT MINEPDED, MINSANTE	Court et Moyen Termes	Budget des ministères
Objectif spécifique 5 : Sensibiliser les acteurs publics et les artisans miniers aux effets néfastes du mercure sur la santé et sur l'environnement et aux moyens de réduire le risque d'exposition à cette substance.							
Résultats : Les populations sont informées des risques et des enjeux liés au mercure							
Activités	Élaboration d'une stratégie de communication sur les dangers du mercure et sa mise en œuvre	Évolution de la perception du risque mercuriel par les populations concernées	stratégie élaborée et adoptée par les parties prenantes	nombre de campagnes d'informations des populations organisées, nombre de participants	Volonté du PRECASEM et des autres intervenants, et restrictions budgétaires	Court et Moyen Termes	15 000 \$
	Préparer et diffuser des SPOT télévisés et radiophoniques sur les sources et les dangers des métaux lourds (mercure) et les produits et techniques de substitution en langues nationales	Évolution de la perception du risque mercuriel des auditeurs	Spots et messages préparés et diffusés	nombre de spots, audience	MINMIDT	Court et Moyen Termes	Budget du Ministère

Objectif global : Mise en place d'un plan d'action pour développer et promouvoir des méthodes alternatives auprès des artisans afin d'éradiquer l'utilisation du mercure dans le secteur de la MAPE							
ACTIVITES		INDICATEURS D'IMPACT OBJECTIVEMENT VERIFIABLES	INDICATEURS DE SUIVI	SOURCES ET MOYENS DE VERIFICATION	RESPONSABILITE	Échéance	BUDGET DE MISE EN ŒUVRE
	Sensibiliser les gens pour ne pas s'installer à proximité des mines	Adoption de recommandations pour empêcher l'installation (autorités centrales, régionales et locales)	Mise en application des recommandations, et information	Nombre de nouvelles installations par an dans les secteurs miniers	MINMIDT MINAT	Court et Moyen Termes	Budget des ministères
Objectif spécifique 6 : Renforcer les capacités du personnel professionnel							
Résultats : les personnes recrutées sont conscientes des risques liés au mercure et ont acquis les connaissances, attitudes et pratiques appropriés à la manipulation des produits contenant ce composé							
Activités	Créer une unité de suivi et d'évaluation environnementale pour une gestion rigoureuse de l'environnement minier	Unité mise en place	texte réglementaire publié	rapports d'évaluations	MINMIDT CAPAM	Court et moyen Termes	Budget du Ministère
	Élaborer des programmes de formation et former le(s) formateur(s)	Programme de formation	contenu du programme de formation	Documents de formation, nombre de séminaires de formation	Volonté du PRECASEM et CAPAM et de tous les intervenants et notamment des services de la Douane	Court et Moyen Termes	30 000 \$
	Former l'ensemble des opérateurs	Programme de formation	Programme mis en place et formation adoptée	Nombre d'agents formés	MINMIDT MINEPDED, CAPAM PRECASEM	Court et Moyen Termes	20 000 \$
	Évaluer la mise en œuvre du plan de formation (par le formateur)	Évaluation assurée	rapports d'évaluation	Fiches et rapports d'évaluations	MINMIDT	Moyen Terme	Budget du Ministère

13.5 Renforcement des capacités et appui logistique

À cet égard, plusieurs actions peuvent être prescrites.

13.5.1 Acquisition d'un Analyseur Direct du Mercure

Le mercure fortement toxique, est aussi un métal rare et volatile à température ordinaire. L'évaluation de ses teneurs dans les matrices et donc de ses dangers, passe par la détermination de ses teneurs qui peuvent varier dans la marge du ng/L ($\approx \mu\text{g}/\text{Kg}$) à la ppm (partie par million = mg/Kg \approx mg/L).

Compte tenu de ces caractéristiques du mercure (notamment sa volatilité dans la flamme) et de l'ordre de grandeur de ses teneurs recherchées, sa détermination par absorption atomique, au four à graphite, par polarographie, ou même par ICP-MES (Inductively Coupled Plasma-Mass Emission Spectrometry) est très difficile. L'appareil le plus moderne et le plus fiable conçu spécialement pour l'analyse de ce métal avec une précision de l'ordre du ng/L, est l'Analyseur Direct (*c'est-à-dire sans traitement préalable de l'échantillon*) du Mercure (Direct Mercury Analyser).

Il est donc judicieux, voire nécessaire, de doter le(s) laboratoire(s) de ce type d'appareillage pour atteindre la précision nécessaire quant à la détermination des teneurs en mercure notamment dans les eaux, dans les produits de consommation, mais aussi dans des prélèvements chez l'homme (sang, urine, cheveux, lait maternel, ongles, ...).

13.5.2 Formation au profit du personnel de centres de santé locaux

Cette formation peut comporter plusieurs volets qui peuvent être dispensés en modules au profit des concernés.

FORMATION AU PROFIT DU PERSONNEL DE CENTRES DE SANTÉ LOCAUX		
<i>Profil suggéré du Formateur : Géochimiste-Spécialiste de l'Environnement, ou Toxicologue</i>		
MODULE	TITRE	ORIENTATIONS DES MODULES DE LA FORMATION
MODULE 1	Propriétés physico-chimiques, utilisation et métabolisme du mercure	<p>Propriétés</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ Le mercure (Hg) est l'unique métal liquide à température ordinaire. Il est brillant désigné de quicksilver (ou vif argent), très mobile et volatile à température ordinaire. ▪ Il s'amalgame à tous les métaux de base, à l'exclusion du fer, et à l'or, à l'argent, au bismuth... ▪ Il existe sous différentes formes dans l'environnement : Hg⁰, Hg²⁺, HgS, HgCl₂ et CH₃Hg⁺ (méthyl-mercure). ▪ Son cycle global est complexe et ses rejets persistent dans l'environnement où le métal subit un transfert sous diverses formes, entre l'air, l'eau, les sédiments, le sol et les organismes vivants (faune, flore et microorganismes). <p>Utilisation du mercure</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ Au 19ème siècle l'industrie du miroir et du feutre à chapeau étaient à l'origine d'importantes intoxications d'individus. ▪ Son utilisation dans l'industrie et pour l'orpaillage provoque encore d'importantes expositions d'ouvriers, des nuisances à l'environnement, notamment en Amérique du Sud et en Afrique. ▪ Le mercure est utilisé dans le procédé Chlor-Alkali de synthèse électrolytique du chlore et de la soude caustique à partir d'une saumure de sel de table. ▪ Le métal est encore utilisé dans la fabrication de nombreux instruments de mesures dont : manomètres, thermomètres, baromètres, lampes fluorescentes, lampes à basse consommation, etc., dans des produits cosmétiques (savons, crèmes d'éclaircissement des cheveux et de la peau) et dans des composantes électriques et électronique. ▪ Il a longtemps été utilisé en médecine dans le traitement de la syphilis, mais également jusqu'au 20ème siècle comme diurétique ou contre le psoriasis. Le mercure est aussi utilisé de nos jours pour la fabrication d'amalgames dentaires, et comme agent conservateur de certains vaccins. ▪ Il est encore largement utilisé pour la fabrication et l'application des amalgames dentaires. <p>Métabolisme du mercure</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ Environ 95 % du méthyl-mercure ingéré est absorbé. ▪ Ce composé traverse facilement la barrière hémato-encéphalique, notamment à cause de sa lipophilie. ▪ Il peut partiellement être excrété par voie biliaire, mais sa majeure partie est réabsorbée dans l'intestin en suivant le cycle entérohépatique. ▪ La flore intestinale serait capable de transformer le mercure métal ingéré en méthyl-mercure et inversement. ▪ Une élévation de la concentration moyenne du mercure dans l'urine urinaire (6 à 7 µg/g), mesurée chez des individus suite à la consommation de poisson contaminé par ce produit toxique est souvent attribuée à la libération de mercure inorganique in vivo et son accumulation dans les reins.

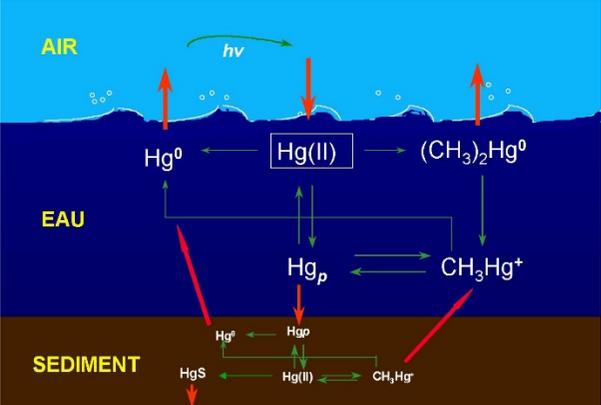
FORMATION AU PROFIT DU PERSONNEL DE CENTRES DE SANTÉ LOCAUX		
<i>Profil suggéré du Formateur : Géochimiste-Spécialiste de l'Environnement, ou Toxicologue</i>		
MODULE	TITRE	ORIENTATIONS DES MODULES DE LA FORMATION
		<ul style="list-style-type: none"> ▪ La demi-vie d'élimination du méthyl-mercure est d'environ 70 jours, alors que celle du mercure métallique est de 40 jours dans l'urine, et peut varier de 4 à 45 jours dans le sang.
MODULE 2	Symptômes et manifestations de l'intoxication par le mercure, et prise en charge sanitaire	<p>Mécanisme d'action</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ Le mercure nuit fortement à la synthèse des protéines, la formation des microtubules, la transmission synaptique, l'homéostasie calcique, le signal de transduction, et à la réponse immunitaire. ▪ Il augmente la perméabilité de la barrière hématoencéphalique, altère l'homéostasie du glutamate et induit un stress oxydatif. ▪ Le méthyl-mercure affecte aussi la synthèse des protéines par les cellules nerveuses, avant même toute apparition de manifestation neurologique. ▪ Dans le cerveau adulte, ce composé s'accumule dans les astrocytes, interfère avec la captation du glutamate, ce qui génère une concentration extracellulaire élevée en glutamate et entraîne un dommage au niveau des neurones. <p>Intoxication au mercure, symptômes et antidotes</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ Les formes cliniques de toxicité du mercure varient selon la variété d'espèces chimiques de cet élément. ▪ Le système nerveux et les reins sont les premières cibles, mais les poumons, le cœur, la peau, les muqueuses et les systèmes immunitaire et digestif peuvent aussi être affectés en fonction de l'espèce chimique de mercure et de la dose d'exposition. ▪ Les amalgames dentaires représentent la plus importante source de mercure inorganique chez l'homme, alors que l'ingestion de poissons contaminés représente la principale source de mercure sous forme organique. ▪ L'exposition chronique à de petites doses de vapeur de mercure dont les quantités sont proportionnelles à la surface d'amalgame dentaire. Ceci peut être cause de la survenue ou de l'aggravation de maladies neurodégénératives. ▪ Une quantité totale d'amalgame contenant en tout 4g de mercure dans la bouche d'un individu est vérifiée être suffisante à provoquer une intoxication sérieuse. ▪ Des amalgames de composition différente (en pourcent de mercure) peuvent provoquer une différence de potentiel (électro galvanisme) dans la bouche d'un individu, ce qui peut se traduire par une déformation de la bouche et du visage. ▪ A fortes doses, les vapeurs de mercure issues des amalgames dentaires peuvent provoquer une gingivite, un "tremor" d'intention (dysfonction cérébrale liée à l'intoxication au mercure), et des troubles mentaux. Ces derniers sont aspécifiques, et se manifestent par des troubles du comportement, une agitation, une agressivité ou au contraire une timidité excessive. ▪ Sous forme de vapeur, le mercure peut provoquer une bronchite, une pneumonie toxique sévère, ou une protéinurie ; par ingestion, la toxicité est essentiellement rénale avec nécrose tubulaire, mais aussi gastroentérique. ▪ Chez un enfant de bas âge, le mercure inorganique peut provoquer une acrodynie (pink disease), syndrome

FORMATION AU PROFIT DU PERSONNEL DE CENTRES DE SANTÉ LOCAUX		
<i>Profil suggéré du Formateur : Géochimiste-Spécialiste de l'Environnement, ou Toxicologue</i>		
MODULE	TITRE	ORIENTATIONS DES MODULES DE LA FORMATION
		<p>caractérisé par une coloration rose sombre, voire violacée, et une tuméfaction douloureuse de la face, des mains et des pieds. Ce syndrome est accompagné de desquamations et d'autres symptômes moins spécifiques, et a été vérifié chez des personnes exposées au mercure.</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ Les intoxications au méthyl-mercure (dans la baie de Minamata au Japon par exemple), sont liées à l'absorption de fruits de mer et plus souvent de poissons contaminés par des polluants industriels riches en méthyl-mercure. ▪ Les signes cliniques sont essentiellement neurologiques sous formes de paresthésies, d'atteinte de la vue (diminution de la vue, strabisme) et de l'ouïe et d'ataxie. Les <i>foetus</i> sont particulièrement sensibles à l'intoxication par le mercure, subissant des lésions irréversibles du système nerveux central, bien que les mères puissent ne présenter aucun signe d'intoxication. ▪ Des cas légers de la maladie de Minamata (<i>hydrargyrie ou hydrargyrisme</i>) peuvent être soignés par un antidote constitué de 'D-pénicillamine + dimercaprol'. C'est un mélange aminé et alcoolé qui chélate le mercure et l'élimine, sans en exclure tout de même des effets secondaires potentiels indésirables. ▪ Selon le groupe de travail « Antidotes » du Centre Suisse d'information toxicologique (CSIT) et de la société Suisse des Pharmaciens de l'Administration et des Hôpitaux (GSASA), les antidotes à une intoxication au mercure sont : le DMPS (dimercaptopropanesulfonate), 100 mg/cps et 50 mg/ml en ampoule de 5 ml, et le DMSA (acide dimercaptosuccinique), 100 mg/cps. Ces antidotes n'ont cependant de sens que dans les intoxications vérifiées et sévères du système nerveux central. ▪ Le médicament 'succinaptal', à 100 mg ou 200 mg de "succimer" (en gélule) représente l'un des types d'antidotes efficace en cas d'intoxication par le mercure et le plomb. ▪ Dans d'autres situations, seules des mesures d'accompagnement sont à envisager, en plus de l'arrêt obligatoire de l'exposition au mercure. ▪ Ces antidotes sont également efficaces pour le traitement de l'intoxication au plomb/ ▪ 'Succinaptal' indiqué en cas d'intoxication chronique par le plomb ou le mercure est administré par voie orale. Les autres médicaments utilisés dans cette indication ne sont administrables que par voie injectable (D-pénicillamine + dimercaprol par voie intramusculaire et calcium édélate de sodium, par voie intraveineuse lente). ▪ Les effets indésirables de ces médicaments notés au cours des dernières années sont essentiellement digestifs, cutanés et biologiques, sans gravité particulière. <p>Diagnostic de l'intoxication au mercure</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ La concentration urinaire de mercure qui indique la quantité de mercure dans les reins, est un bon marqueur d'une exposition chronique. Chez les personnes non exposées, les concentrations sanguines et urinaires de mercure sont généralement inférieures à 5 µg/L. ▪ Le dosage du mercure dans l'urine et dans le sang est possible et permet un diagnostic adéquat.

FORMATION AU PROFIT DU PERSONNEL DE CENTRES DE SANTÉ LOCAUX		
<i>Profil suggéré du Formateur : Géochimiste-Spécialiste de l'Environnement, ou Toxicologue</i>		
MODULE	TITRE	ORIENTATIONS DES MODULES DE LA FORMATION
		<ul style="list-style-type: none"> ▪ Le dosage dans les cheveux permet d'évaluer la chronicité de l'exposition au mercure sur une longue période (plusieurs mois, voire encore plus).
MODULE 3	Maladies du mercure et ravages liés à cet élément	<p><i>Maladie de Minamata (hydrargyrie ou hydrargyrisme) au Japon, historique de découverte et ravages associés</i></p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ Au début des années 1950, les habitants de Minamata au Japon commencent à témoigner de phénomènes nouveaux, inhabituels, totalement étranges et sans raison évidente, survenant dans et aux alentours de la baie de Minamata, dont les suivants : <ul style="list-style-type: none"> ○ Retournement continue des poissons, leur mort et leur flottation sur le dos à la surface de l'eau ; ○ Ouverture brusque (des Mollusques par ex.) et décomposition spontanée des fruits de mer provenant de la baie ; ○ Chute brusque en plein vol et mortalité de nombreux oiseaux ; ○ Mort brutale de chats souffrant de salivation excessive, de convulsions, de perte d'équilibre en cours de marche, pour mourir sans raison apparente. ▪ À partir de 1956, les premiers cas de troubles neurologiques inexplicables sont rapportés chez les personnes, ce qui avait suscité les premiers travaux d'études épidémiologiques descriptives et analytiques conduites par un groupe de recherche de l'Université de Kumamoto. Les résultats au demeurant non-communicés de manière officielle et aux résidents de la baie de Minamata, ont démontré : <ul style="list-style-type: none"> ○ La maladie appréhendée n'est pas contagieuse ; ○ Elle touche principalement des familles de pêcheurs ; ○ Les symptômes neurologiques identifiés sont liés à la consommation de poissons provenant de la baie de Minamata ; ○ L'exposition à un métal lourd probablement d'origine industrielle en serait la cause. ▪ En 1957, la préfecture de Kumamoto sollicite le gouvernement japonais d'appliquer en la situation, les mesures juridiques de contrôle des produits destinés à la consommation. Néanmoins, le Ministère chargé de la santé refuse, arguant à l'absence de preuve de la contamination avérée de l'ensemble des ressources halieutiques, faute de quoi aucun texte ou acte juridique ne devrait être appliqué. ▪ Le groupe de recherche précédent réalise de 1958 à 1960, des autopsies d'individus décédés et démontre l'existence de teneurs élevées de mercure dans leurs organes. Des expériences ont aussi permis d'induire chez des chats intoxiqués au méthyl-mercure, des troubles neurologiques similaires à ceux identifiés chez les humains. L'intoxication avérée des individus et de la biodiversité est confirmée par la détermination de très fortes teneurs de mercure dans les poissons et fruits de mer de la baie de Minamata. ▪ Peu de temps après la définition « officielle » de la maladie de Minamata (hydrargyrie), des études épidémiologiques révèlent une infirmité motrice cérébrale chez des nouveau-nés, sans que l'on puisse (ou que l'on veuille) en établir un lien direct avec cette maladie. Les symptômes communs diagnostiqués, confirment cependant

FORMATION AU PROFIT DU PERSONNEL DE CENTRES DE SANTÉ LOCAUX		
<i>Profil suggéré du Formateur : Géochimiste-Spécialiste de l'Environnement, ou Toxicologue</i>		
MODULE	TITRE	ORIENTATIONS DES MODULES DE LA FORMATION
		<p>que la population de nouveau-nés souffre de la même pathologie. Ces symptômes sont essentiellement (Tsuda et al., 2009):</p> <ul style="list-style-type: none"> ○ le strabisme ; ○ la déformation des membres ; ○ l'hypersalivation ; ○ l'ataxie cérébelleuse ; ○ des troubles du développement physique et de la nutrition. <ul style="list-style-type: none"> ▪ Ce n'est qu'en 1962 que le groupe de recherche de l'Université de Kumamoto reconstitue le processus de contamination et identifie définitivement le foyer émissif du mercure et donc le responsable du drame. Il s'agit d'une usine de produits chimiques/organiques appartenant à Chisso Corporation, implantée près de Minamata depuis 1907. ▪ De 1932 à 1968, 80 tonnes de mercure reconnu total (méthyl-mercure ?) ont été déversées dans la baie de Minamata. Chisso a donc été acculée de répondre de son acte, lors d'un combat juridique de longue durée entre cette Corporation, le gouvernement japonais et les victimes du désastre mercuriel, au cours duquel le gouvernement japonais n'a toujours pas été reconnu coupable. ▪ Les pertes humaines, les victimes et les dommages sanitaires et environnementaux dans la baie de Minamata sont énormes, irréversibles, et continuent jusqu'à nos jours : <ul style="list-style-type: none"> ○ Le nombre officiel/certifié de personnes décédées à cause d'un empoisonnement chronique au mercure, est d'au moins 2 000 ; ○ Le nombre total/officiel de victimes reconnu par certification, s'élève sans trop de précisions à environ 30 000 ; ○ des boues entassées, d'une superficie de 71 000m² et à fortes concentrations de mercure ont été recouvertes de terre ; ○ les sédiments sous-marins contenant plus de 25 ppm Hg, sur une superficie de 1 539 000m², ont fait l'objet de dragages. ▪ Les coûts de ces opérations s'élèvent à 48.5 milliards de yen (soit environ 375 millions d'euros) sur une durée de 10 ans, dont Chisso a payé 63% comme frais de travaux. ▪ La pêche demeure toujours interdite dans la baie où de nombreux écosystèmes recèlent encore de nos jours de fortes teneurs en mercure, alors qu'il n'existe toujours pas de traitement efficace de la maladie engendrée ou de technologie puissante pour décontaminer la région (Harada, 1995). <p><i>Symptômes de maladies et ravages du mercure chez les porteurs d'amalgames dentaires</i></p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ Une étude non publiée, signée par Roller E., Weiss H.D. et Maier K.H. (1997) à l'Université de Tübingen en Allemagne, effectuée sur 20.000 patients porteurs d'amalgames a constaté que les troubles évoqués chez ces

FORMATION AU PROFIT DU PERSONNEL DE CENTRES DE SANTÉ LOCAUX		
<i>Profil suggéré du Formateur : Géochimiste-Spécialiste de l'Environnement, ou Toxicologue</i>		
MODULE	TITRE	ORIENTATIONS DES MODULES DE LA FORMATION
		<p>patients étaient extrêmement proches des symptômes de microhydrargyrisme décrits en médecine du travail. En effet, ces auteurs ont prouvé statistiquement qu'il existe une relation entre la concentration en mercure dans la salive et les symptômes déterminés de maladies (chute des cheveux, troubles à l'estomac, et saignement des gencives).</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ La fréquence des symptômes de trois types de symptômes auprès de patients porteurs d'amalgames présentant un électro galvanisme (en %), <ul style="list-style-type: none"> ○ Symptômes de type oral : brûlures (19%), goût métallique (16%), mal aux dents (10%), bouche sèches (8%), difficultés à mâcher (4%). ○ Symptômes de type somatique : douleurs musculaires (37%), maux de tête (27%), symptômes neurologiques (25%), articulations douloureuses (24%), vertiges 20%), douleurs intestinales (17%), vision diminuée (15%), allergies (14%), etc. ○ Symptômes psychologiques : manque d'énergie au travail (50%), qualité de vie détériorée (47%), fatigue (35%), anxiété (31%), dépression (28%), etc. ▪ Les amalgames dentaires ont été interdits d'usage en Allemagne depuis une trentaine d'année
MODULE 4	Cycle de vie, bioaccumulation et bioamplification du mercure dans les poissons	<p><i>Le mercure dans la lithosphère et dans les sédiments</i></p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ Le mercure présente des concentrations très faibles en surface (air, eau, sol). Il est aujourd'hui en grande partie (60-70 % selon le pays) d'origine anthropique, magmatique (fumerolienne), gîtologique (mines actives, fermées ou abandonnées) et/ou organique (bioaccumulation et bioamplification, chélation par les acides gras (acides humiques et fulviques) des sédiments, et ceux des black-shales et des charbons, substitutions dans les pyrobitumes et les fuels fossiles, etc.). ▪ Naturellement, le métal est par excellence un mal-aimé de l'atmosphère, des sédiments, de l'hydrosphère et de la biosphère. En effet, d'après McDonough et Sun (1995), la teneur moyenne du mercure de la Terre silicatée et différenciée (noyau, manteau, croûte) dite "pyrolite" (cf. Ringwood, 1991) est seulement de 10 ppb, nettement inférieure à la teneur de Hg dans les chondrites supposées d'origine de la terre il y a 4,55 milliards d'années (Patterson, 1956 ; Taylor, 1964 ; Chondrites C1 : 300 ppb Hg). Au vu des précisions apportées par Ringwood (1991), et McDonough et Sun (1995), le mercure apparaît clairement être spécifique du domaine endogène, et non de la lithosphère de cette "pyrolite". ▪ Les teneurs de ce métal dans les roches et sédiments provenant des altérations et remaniements, sont habituellement inférieures à la centaine de ppb (0,0xx ppm). Les valeurs données pour sa teneur moyenne dans la croûte terrestre varient dans la marge : 0,067-0,085 ppm (Cf. Haynes, 2016), et celles dans les sédiments de la Mer Méditerranée, de 0,2 à 60,1 ng.g⁻¹ (≈ 0,2 à 60 ppb ; Covelli et al., 2001 ; Shohan-Frider et al., 2007). ▪ D'après Turekian (1968), la teneur du mercure dans l'eau de mer moyenne (océan à l'état stationnaire / steady state ocean) est de l'ordre de 0,00015 ppm (= 0,00015 µg/g = 0,15 ng/g = 0,15 µg/Kg), ce qui est inférieur à la ppb. Un

FORMATION AU PROFIT DU PERSONNEL DE CENTRES DE SANTÉ LOCAUX		
Profil suggéré du Formateur : Géochimiste-Spécialiste de l'Environnement, ou Toxicologue		
MODULE	TITRE	ORIENTATIONS DES MODULES DE LA FORMATION
		<p>(1) litre d'eau de mer de masse volumique 1030 Kg/m^3 environ, pèsera $1,03 \text{ Kg}$, et contiendrait donc $0,15 \cdot 1,03 \text{ } \mu\text{g/L}$, soit $0,1545 \text{ } \mu\text{g/L}$ de mercure.</p> <ul style="list-style-type: none"> En dépit de ce 'jeu' inévitable mais aussi pertinent de chiffres, la teneur moyenne en cet élément dans l'hydrosphère devrait naturellement être quasi-dérisoire. Malheureusement, dans les eaux marines des plateformes côtières, et surtout dans les eaux marines de surface, des études récentes ont montré que la teneur moyenne du mercure peut se multiplier par 10, par 100, voire même par milliers dans des environnements contaminés au mercure par rapport au fond géochimique naturel. C'est le cas des eaux de la baie de Minamata à pollution mercurielle avérée (Gworek et al., 2016). <p><i>Cycle global du mercure</i></p>  <ul style="list-style-type: none"> Le cycle global du mercure fait intervenir des échanges entre le milieu aquatique et l'atmosphère. En milieu aqueux, deux réactions chimiques essentielles sont en compétition : la réduction et la méthylation. La première favorise le recyclage atmosphérique, la seconde la bioaccumulation. Le mercure est émis dans l'atmosphère sous forme Hg^0 gazeux et Hg^{2+} en composé gazeux ou particulaire. Les sources naturelles sont constituées par les sols et les roches contenant du mercure, le volcanisme et la biomasse, en particulier via des feux de forêt. Les émissions anthropogéniques directes ou indirectes, les réémissions, proviennent surtout des processus de combustion. Les eaux de surface abritent la formation de Hg^0 (métal natif) volatil par photo-réduction et réduction enzymatique du Hg^{2+}. Les océans et mers côtières émettent dans l'atmosphère du mercure essentiellement sous forme de mercure élémentaire (Hg^0). La présence de mercure dans l'eau de pluie qui retombe sur les continents et la mer résulte à la

FORMATION AU PROFIT DU PERSONNEL DE CENTRES DE SANTÉ LOCAUX		
<i>Profil suggéré du Formateur : Géochimiste-Spécialiste de l'Environnement, ou Toxicologue</i>		
MODULE	TITRE	ORIENTATIONS DES MODULES DE LA FORMATION
		<p>fois de la solubilité de Hg^0 dans l'eau, et de son oxydation et de son adsorption subséquente sur les aérosols.</p> <ul style="list-style-type: none"> La forme mono-méthylée issue de la décomposition du diméthyle-mercure, constitue moins de 1 % du Hg dans les précipitations. Le temps de résidence des particules atmosphériques et du mercure associé est très court, de l'ordre de quelques jours. Par contre, en phase vapeur, le temps de résidence du mercure dans l'atmosphère est de l'ordre d'une année. Une grande partie de la retombée sèche concernera le champ proximal des sources, alors que les formes volatiles alimenteront la retombée diffuse homogénéisée à l'échelle d'un hémisphère. La fraction de mercure divalent en milieu aqueux constitue le substrat de la méthylation. Cette réaction entre en compétition avec la complexation organique qui domine souvent la spéciation du mercure. La méthylation est surtout le fait des bactéries sulfato-réductrices présentes dans les sédiments et dans les milieux suboxiques. Lorsqu'il est méthylé, le mercure devient extrêmement bioaccumulable. <p>Bioaccumulation et bioamplification du mercure et du méthyl-mercure</p> <p>Plusieurs études ont démontré que le rapport de la teneur en mercure dans un poisson sur la teneur de Hg dans l'eau de mer, bien que variable d'une espèce à une autre, peut atteindre 104. Pour une eau à 990 ng/L (≈ 961 ng/Kg) Hg, un poisson y vivant peut atteindre une teneur de $961 \text{ ng} \cdot 104 / \text{Kg} = 0,961 \text{ } \mu\text{g} \cdot 104 \approx 9,6 \text{ mg/Kg}$. C'est une teneur excessive qui condamnerait définitivement la consommation de ce poisson.</p> <ul style="list-style-type: none"> La bioconcentration du mercure en début de la chaîne alimentaire, et la bioamplification de proche en proche de ses teneurs en remontant de niveau trophique, aggravent les impacts de Hg chez le prédateur, et subséquent chez son consommateur.

FORMATION AU PROFIT DU PERSONNEL DE CENTRES DE SANTÉ LOCAUX		
<i>Profil suggéré du Formateur : Géochimiste-Spécialiste de l'Environnement, ou Toxicologue</i>		
MODULE	TITRE	ORIENTATIONS DES MODULES DE LA FORMATION
		<ul style="list-style-type: none"> ▪ La teneur limite en Hg total, recommandée par l'EPA (USA) pour la consommation de poisson est de 0,3 ppm (ou 0,3 mg/Kg), et celle recommandée par l'OMS est de 0,5 mg/Kg. ▪ Hg²⁺ complexé ou non par des radicaux organiques, constitue l'espèce la plus fréquemment rencontrée dans les eaux et dans les sédiments riches en matière organique. En milieu aqueux, cette espèce métallique est soumise à deux types de réactions essentielles entrant en compétition entre elles : la réduction et donc le retour à la forme métal qui favorise le recyclage atmosphérique, et la méthylation qui engendre la bioaccumulation, puis la bioamplification. Ce sont donc ces deux processus compétitifs qui vont modifier le comportement de Hg²⁺ et déterminer sa mobilité, sa biodisponibilité et sa toxicité (Thaumassin et Touze, 2003).

13.5.3 Ateliers de formation et de sensibilisation au profit du personnel des communes, des entreprises minières locales, et des services centraux et décentralisés

Pour une meilleure lutte contre les dangers du mercure en général et de son utilisation pour l'orpaillage, nous recommandons l'organisation d'ateliers de formation et de sensibilisation au profit du personnel des communes, (surtout des cellules minières), des entreprises minières locales (particulièrement les entreprises chinoises, du personnel des services déconcentrés et centraux du MINMIDT, MINEPDED, du MINEPIA, des CTD et des sous-préfectures) concernés par ces questions.

ATELIERS DE FORMATION ET DE SENSIBILISATION		
<i>Bénéficiaires : Personnel des Communes, entreprises minières locales, et services centraux et déconcentrés.</i>		
<i>Profil suggéré du formateur : Géochimiste/environnementaliste, Ingénieur des Mines, ou Toxicologue.</i>		
Contenu	Désignation	Orientation de la formation et de la sensibilisation
Volet 1	Propriétés et utilisation du mercure	<p><i>Propriétés</i></p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ Le mercure (Hg) est l'unique métal liquide à température ordinaire. Il très mobile et volatile à température ordinaire. ▪ Il s'amalgame à tous les métaux de base, à l'exclusion du fer, et à l'or, à l'argent, au bismuth... ▪ Son cycle global est complexe et ses rejets persistent dans l'environnement où le métal subit un transfert sous diverses formes, entre l'air, l'eau, les sédiments, le sol et les organismes vivants (faune, flore et microorganismes). ▪ Le mercure est classé parmi les dix premiers produits les plus toxiques pour l'environnement et pour la santé. ▪ Les déchets de mercure sont classés parmi la classe des déchets toxiques dangereux (spéciaux). <p><i>Production et utilisation du mercure</i></p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ La consommation mondiale en mercure métal est de l'ordre de 4500 tonnes en 2017. ▪ La Chine est le plus grand producteur mondial de mercure à partir de mine à cinabre (sulfure de mercure). ▪ Son utilisation dans l'industrie et pour l'orpaillage provoque encore d'importantes expositions d'ouvriers, des nuisances à l'environnement, notamment en Amérique du Sud et en Afrique dont le Cameroun. ▪ Le mercure est utilisé dans le procédé Chlor-Alkali de synthèse électrolytique du chlore et de la soude caustique à partir d'une saumure de sel de table. ▪ Le métal est encore utilisé dans la fabrication de nombreux instruments de mesures dont : manomètres, thermomètres, baromètres, lampes fluorescentes, lampes à basse consommation, piles, etc., dans des produits cosmétiques (savons, crèmes d'éclaircissement des cheveux et de la peau) et dans des composantes électriques et électronique. ▪ Il a longtemps été utilisé en médecine dans le traitement de la syphilis. Le mercure est aussi utilisé de nos jours pour la fabrication d'amalgames dentaires, et comme agent conservateur de certains vaccins. ▪ Il est encore largement utilisé pour la fabrication et l'application des amalgames dentaires.
Volet 2	Aspects institutionnels et juridiques	<p><i>Aspects institutionnels</i></p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ La gestion de l'utilisation du mercure, relèvent de la responsabilité de plusieurs ministères : Ministres de l'Administration Territoriale, de la Décentralisation et du Développement, de l'Eau et de l'Énergie, du Commerce, l'Environnement, de la Protection de la nature et du Développement durable, des Mines de l'Industrie et du Développement technologique, et celui de la Santé publique. ▪ Le Ministère des Finances (Douane Camerounaise) contrôle les échanges transfrontières du mercure. ▪ Le l'Environnement, de la Protection de la nature et du Développement durable est responsable de la gestion du mercure, de ses déchets, et de ses rejets dans l'eau, l'air et le sol. L'élimination des déchets de mercure après traitement et stabilisation nécessaires, doit s'effectuer dans une décharge contrôlée.

ATELIERS DE FORMATION ET DE SENSIBILISATION		
<i>Bénéficiaires : Personnel des Communes, entreprises minières locales, et services centraux et déconcentrés.</i>		
<i>Profil suggéré du formateur : Géochimiste/environnementaliste, Ingénieur des Mines, ou Toxicologue.</i>		
Contenu	Désignation	Orientation de la formation et de la sensibilisation
		<p>Aspects réglementaires internationaux et nationaux</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ Conventions internationales : le mercure étant hautement toxique, il répond aux mesures édictées dans les conventions internationales : Conventions de Rotterdam, de Bale, de Stockholm, de Bamako, et plus récemment (2017) la Convention de Minamata signée par le Cameroun au 24 septembre 2014. ▪ Le Cameroun est partie aux conventions de Bâle, de Bamako, de Rotterdam et de Stockholm relatives aux substances dangereuses, entre autres le mercure, leur usage, leur commercialisation, et leurs échanges transfrontières ; ▪ Loi n° 89/027 du 29 décembre 1989 portant sur les déchets toxiques et dangereux. ▪ Loi n° 96-12 du 05 Août 1996 portant loi-cadre relative à la gestion de l'environnement, notamment le Chapitre IV-section III relatifs aux substances chimiques nocives et/ou dangereuses ; cette loi aborde la question sous l'angle de la protection de l'environnement (eau, air, sol) ; ▪ Décret 2011/2585/PM du 20 Août 2011 fixant la liste des substances nocives ou dangereuses et le régime de leur rejet dans les eaux continentales ; l'article 4 (Chapitre II) de ce décret stipule que « <i>la liste des substances énumérée ci-dessus (à l'article 3) peut être complétée en tant que de besoin par arrêté du ministre chargé de l'environnement pour se conformer aux conventions internationales sur l'environnement</i> ». ▪ La loi n°98-005 du 14 avril 1998 portant régime de l'eau et dont le texte de référence fait de l'eau un bien du patrimoine commun de la Nation dont l'État assure la protection et la gestion et en facilite l'accès à tous ; ▪ Le décret n°2001/161/PM du 08 mai 2001 fixant les attributions, l'organisation et le fonctionnement du Comité National de l'Eau. Le Comité national de l'eau qui a un caractère interministériel a pour objectif d'étudier et de proposer au Gouvernement toutes mesures ou actions tentant à assurer la conservation, la protection et l'utilisation durables de l'eau et d'émettre un avis sur les questions ou problèmes relatifs à l'eau dont il est saisi par le Gouvernement ; ▪ Le décret n°2001/162/PM du 08 mai 2001 fixant les modalités de désignation des agents assermentés pour la surveillance et le contrôle de la qualité des eaux ; ▪ Le décret n°2001/165/PM du 08 mai 2001 précisant les modalités de protection des eaux de surfaces et des eaux souterraines contre la pollution. ▪ Arrêté AR n° 000554/MINMIDT/SG/DAJ/CR du 16 juin 2016 portant Interdiction de l'utilisation du mercure, du cyanure et des produits toxiques dans les activités minières.
Volet 3	Dangers du mercure	<p>Métabolisme du mercure</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ Environ 95 % du méthyl-mercure ingéré est absorbé. ▪ Ce composé traverse facilement la barrière hémato-encéphalique, notamment à cause de sa lipophilie.

ATELIERS DE FORMATION ET DE SENSIBILISATION		
<i>Bénéficiaires : Personnel des Communes, entreprises minières locales, et services centraux et déconcentrés.</i>		
<i>Profil suggéré du formateur : Géochimiste/environnementaliste, Ingénieur des Mines, ou Toxicologue.</i>		
Contenu	Désignation	Orientation de la formation et de la sensibilisation
		<ul style="list-style-type: none"> ▪ Il peut partiellement être excrété par voie biliaire, mais sa majeure partie est réabsorbée dans l'intestin en suivant le cycle entérohépatique. ▪ La flore intestinale serait capable de transformer le mercure métal ingéré en méthyl-mercure et inversement. ▪ Une élévation de la concentration moyenne du mercure dans l'urine urinaire (6 à 7 µg/g), mesurée chez des individus suite à la consommation de poisson contaminé par ce produit toxique est souvent attribuée à la libération de mercure inorganique <i>in vivo</i> et son accumulation dans les reins. ▪ La demi-vie d'élimination du méthyl-mercure est d'environ 70 jours, alors que celle du mercure métallique est de 40 jours dans l'urine, et peut varier de 4 à 45 jours dans le sang. <p><i>Maladie de Minamata (hydrargyrie ou hydrargyrisme) au Japon, historique de découverte et ravages associés</i></p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ Au début des années 1950, les habitants de Minamata au Japon commencent à témoigner de phénomènes nouveaux, inhabituels, totalement étranges et sans raison évidente, survenant dans et aux alentours de la baie de Minamata, dont les suivants : <ul style="list-style-type: none"> ○ Retournement continue des poissons, leur mort et leur flottation sur le dos à la surface de l'eau ; ○ Ouverture brusque (des Mollusques par ex.) et décomposition spontanée des fruits de mer provenant de la baie ; ○ Chute brusque en plein vol et mortalité de nombreux oiseaux ; ○ Mort brutale de chats souffrant de salivation excessive, de convulsions, de perte d'équilibre en cours de marche, pour mourir sans raison apparente. ▪ À partir de 1956, les premiers cas de troubles neurologiques inexplicables sont rapportés chez les personnes, ce qui avait suscité les premiers travaux d'études épidémiologiques descriptives et analytiques conduites par un groupe de recherche de l'Université de Kumamoto. Les résultats au demeurant non-communicés de manière officielle et aux résidents de la baie de Minamata, ont démontré : <ul style="list-style-type: none"> ○ La maladie appréhendée n'est pas contagieuse ; ○ Elle touche principalement des familles de pêcheurs ; ○ Les symptômes neurologiques identifiés sont liés à la consommation de poissons provenant de la baie de Minamata ; ○ L'exposition à un métal lourd probablement d'origine industrielle en serait la cause. ▪ En 1957, la préfecture de Kumamoto sollicite le gouvernement japonais d'appliquer en la situation, les mesures juridiques de contrôle des produits destinés à la consommation. Néanmoins, le Ministère chargé de la santé refuse, arguant à l'absence de preuve de la contamination avérée de l'ensemble des ressources halieutiques, faute de quoi aucun texte ou acte juridique ne devrait être appliqué. ▪ Le groupe de recherche précédent réalise de 1958 à 1960, des autopsies d'individus décédés et démontre l'existence

ATELIERS DE FORMATION ET DE SENSIBILISATION		
<i>Bénéficiaires : Personnel des Communes, entreprises minières locales, et services centraux et déconcentrés.</i>		
<i>Profil suggéré du formateur : Géochimiste/environnementaliste, Ingénieur des Mines, ou Toxicologue.</i>		
Contenu	Désignation	Orientation de la formation et de la sensibilisation
		<p>de teneurs élevées de mercure dans leurs organes. Des expériences ont aussi permis d'induire chez des chats intoxiqués au méthyl-mercure, des troubles neurologiques similaires à ceux identifiés chez les humains. L'intoxication avérée des individus et de la biodiversité est confirmée par la détermination de très fortes teneurs de mercure dans les poissons et fruits de mer de la baie de Minamata.</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ Peu de temps après la définition « officielle » de la maladie de Minamata (hydrargyrie), des études épidémiologiques révèlent une infirmité motrice cérébrale chez des nouveau-nés, sans que l'on puisse (ou que l'on veuille) en établir un lien direct avec cette maladie. Les symptômes communs diagnostiqués, confirment cependant que la population de nouveau-nés souffre de la même pathologie. Ces symptômes sont essentiellement (Tsuda et al., 2009): <ul style="list-style-type: none"> ○ le strabisme ; ○ la déformation des membres ; ○ l'hypersalivation ; ○ l'ataxie cérébelleuse ; ○ des troubles du développement physique et de la nutrition. ▪ Ce n'est qu'en 1962 que le groupe de recherche de l'Université de Kumamoto reconstitue le processus de contamination et identifie définitivement le foyer émissif du mercure et donc le responsable du drame. Il s'agit d'une usine de produits chimiques/organiques appartenant à Chisso Corporation, implantée près de Minamata depuis 1907. ▪ De 1932 à 1968, 80 tonnes de mercure reconnu total (méthyl-mercure ?) ont été déversées dans la baie de Minamata. Chisso a donc été accusée de son acte, lors d'un combat juridique de longue durée entre cette Corporation, le gouvernement japonais et les victimes du désastre mercuriel, au cours duquel le gouvernement japonais n'a toujours pas été reconnu coupable. ▪ Les pertes humaines, les victimes et les dommages sanitaires et environnementaux dans la baie de Minamata sont énormes, irréversibles, et continuent jusqu'à nos jours : <ul style="list-style-type: none"> ○ Le nombre officiel/certifié de personnes décédées à cause d'un empoisonnement chronique au mercure, est d'au moins 2 000 ; ○ Le nombre total/officiel de victimes reconnu par certification, s'élève sans trop de précisions à environ 30 000 ; ○ des boues entassées, d'une superficie de 71 000m² et à fortes concentrations de mercure ont été recouvertes de terre ; ○ les sédiments sous-marins contenant plus de 25 ppm Hg, sur une superficie de 1 539 000m², ont fait l'objet de dragages.

ATELIERS DE FORMATION ET DE SENSIBILISATION		
<i>Bénéficiaires : Personnel des Communes, entreprises minières locales, et services centraux et déconcentrés.</i>		
<i>Profil suggéré du formateur : Géochimiste/environnementaliste, Ingénieur des Mines, ou Toxicologue.</i>		
Contenu	Désignation	Orientation de la formation et de la sensibilisation
		<ul style="list-style-type: none"> ▪ Les coûts de ces opérations s'élèvent à 48.5 milliards de yen (soit environ 375 millions d'euros) sur une durée de 10 ans, dont Chisso a payé 63% comme frais de travaux. ▪ La pêche demeure toujours interdite dans la baie où de nombreux écosystèmes recèlent encore de nos jours de fortes teneurs en mercure, alors qu'il n'existe toujours pas de traitement efficace de la maladie engendrée ou de technologie puissante pour décontaminer la région (Harada, 1995). <p>Symptômes de maladies et ravages du mercure chez les porteurs d'amalgames dentaires</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ Une étude non publiée, signée par Roller E., Weiss H.D. et Maier K.H. (1997) à l'Université de Tübingen en Allemagne, effectuée sur 20.000 patients porteurs d'amalgames a constaté que les troubles évoqués chez ces patients étaient extrêmement proches des symptômes de microhydrargyrisme décrits en médecine du travail. En effet, ces auteurs ont prouvé statistiquement qu'il existe une relation entre la concentration en mercure dans la salive et les symptômes déterminés de maladies (chute des cheveux, troubles à l'estomac, et saignement des gencives). ▪ La fréquence des symptômes de trois types de symptômes auprès de patients porteurs d'amalgames présentant un électro galvanisme (en %), <ul style="list-style-type: none"> ○ Symptômes de type oral : brûlures (19%), goût métallique (16%), mal aux dents (10%), bouche sèches (8%), difficultés à mâcher (4%). ○ Symptômes de type somatique : douleurs musculaires (37%), maux de tête (27%), symptômes neurologiques (25%), articulations douloureuses (24%), vertiges 20%), douleurs intestinales (17%), vision diminuée (15%), allergies (14%), etc. ○ Symptômes psychologiques : manque d'énergie au travail (50%), qualité de vie détériorée (47%), fatigue (35%), anxiété (31%), dépression (28%), etc. ▪ Les amalgames dentaires ont été interdits d'usage en Allemagne depuis une trentaine d'année.
Volet 4	Moyens de lutte contre les dangers du mercure	<p>Moyens éducatifs et de sensibilisation</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ Renforcer les programmes éducatifs dans les écoles, collèges et lycées en termes d'éducation environnementale et de gestion des déchets, notamment les déchets dangereux dont le mercure ▪ Mener des campagnes de sensibilisation d'éducation et de sensibilisation aux dangers du mercure au profit des collégiens et des lycéens, dans les maisons de jeunes, dans les camps de vacances, etc. ▪ Apprendre aux jeunes les précautions à entreprendre pour la manipulation et la gestion des produits de consommation contenant du mercure et de leurs déchets, notamment à domicile (lampes à basse consommation, piles, produits électriques et électroniques, thermomètres, etc.). <p>Sensibilisation du public et des ouvriers de la MAPE aux dangers du mercure</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ Organiser des ateliers de sensibilisation du public et des ouvriers de la MAPE aux meilleures pratiques d'usage des

ATELIERS DE FORMATION ET DE SENSIBILISATION		
<i>Bénéficiaires : Personnel des Communes, entreprises minières locales, et services centraux et déconcentrés.</i>		
<i>Profil suggéré du formateur : Géochimiste/environnementaliste, Ingénieur des Mines, ou Toxicologue.</i>		
Contenu	Désignation	Orientation de la formation et de la sensibilisation
		<p>produits à mercure ajouté (y compris à domicile), et aux dangers du mercure.</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ Impliquer les représentants de la société civile dans l'organisation d'ateliers de sensibilisation. ▪ Renforcer les moyens d'échange d'information (workshops, ateliers) et de communication (média divers, spots publicitaires, affiches, pins, brochures, etc. ▪ Renforcer le contrôle de la gestion des produits à mercure ajouté, de leurs déchets, et exiger l'adoption et l'application rigoureuse des normes environnementales relatives au mercure. ▪ Exiger une application rigoureuses des textes réglementaires du Cameroun et des conventions internationales, notamment en ce qui concerne l'utilisation du mercure (et du cyanure) pour l'orpaillage.

13.5.4 Retour d'information et poursuite des études de caractérisation de la contamination dans les zones d'activité d'orpaillage

- ***Nécessité d'organisation d'une campagne de communication des résultats de cette étude***

Faisant suite à l'étude d'évaluation environnementale et sociale dans le secteur minier (Adam Smith International, 2016) et à la Campagne de sensibilisation menée la même année par le CAPAM sur les dangers du mercure pour la prévention de ses rejets dans le milieu récepteur, la présente étude est une première qui évalue la perception du danger de ce métal dans le secteur de la MAPE. Elle aborde aussi l'imprégnation des individus, et alerte sur le risque associé à la contamination des poissons par cet élément. Ces résultats mettent l'accent sur un premier signe de ravages potentiels du mercure partant de foyers émissifs (points chaud ; hotspots) constitués par les différentes installations minières qui pratiquent couramment l'amalgamation de l'or au mercure.

Dès lors, il est urgent de prescrire l'organisation d'une campagne de communication des résultats de cette étude, notamment à l'échelle régionale et locale, ce qui permet d'avertir non seulement l'administration, mais aussi tous les acteurs et la population des dangers de l'utilisation du mercure dans le secteur de la MAPE. Ceci constitue également un point de départ à la mise en œuvre du plan d'action, et des mesures d'accompagnement y afférents que sont le programme de renforcement des capacités, la mise en route des ateliers et campagnes de sensibilisation et l'incitation aux alternatives d'exploitation de l'or sans le mercure.

A l'occasion, un retour d'information, en toute transparence et par le biais des autorités locales, en particulier ceux de santé, devrait se faire pour communiquer notamment les résultats des analyses de mercure dans les cheveux aux personnes prélevées.

- ***Bilan du mercure livré à l'environnement***

En l'absence de déclaration, la quantité de mercure utilisée dans le processus d'amalgamation depuis l'introduction de ce métal dans le secteur de la MAPE, peut être estimée. Considérant les pertes possibles dans l'exercice de ce processus, si l'on considère que l'extraction d'un kilogramme d'or spongieux nécessite l'utilisation d'environ 2 Kg de mercure métal, et compte tenu de la quantité totale d'or extraite de 600 Kg environ depuis 2010 (d'après la Direction des Mines), la quantité totale de mercure livrée au milieu récepteur serait de l'ordre de 1,2 tonnes Hg⁰. La majeure partie de cette quantité est évaporée en cours de chauffage de l'amalgame et se retrouve dans le sol ; néanmoins, une autre partie non négligeable peut aussi être livrée à l'environnement par voie de rejets provenant du lavage du minerai.

Aux longs termes, cette quantité de mercure dans l'environnement se transformera progressivement en méthyl-mercure, composé encore largement plus toxique et surtout bio-accumulatif. De plus, les rejets de mercure se retrouvent concentrés dans différents carreaux miniers, ce qui peut avoir conduit à la formation de nombreux points chauds qui peuvent poser problème à l'avenir. Dès lors, il devient nécessaire de conduire des études complémentaires pour recenser ces points chauds, et évaluer les quantités de mercure rejetées sur place, sans remise en état des lieux, et les nuisances du mercure sur l'environnement et la santé des populations.

- ***Étude complémentaires proposées***

Malgré l'interdiction claire de l'utilisation du mercure dans le secteur de la MAPE, ses échanges illicites transfrontières et en amont de l'activité minière, et l'absence d'équipements de protection des ouvriers pour enrayer leur imprégnation au mercure, incitent à la poursuite d'études complémentaires.

- Étude institutionnelle et juridique concernant les échanges commerciaux et l'utilisation du mercure dans le secteur de la MAPE, et proposition d'un plan d'action pour son éradication définitive pour se conformer à la nouvelle Convention de Minamata.
- Étude de caractérisation complémentaire de la contamination de l'environnement, des poissons et d'autres maillons de la chaîne alimentaire dans les zones d'exploitation artisanale de l'or et proposition d'un guide de protection du consommateur contre les dangers du mercure dans les produits de consommation.
- Conduite d'une campagne d'analyses supplémentaires, de suivi et des enquêtes plus poussées sur les dangers du mercure dans le secteur de la MAPE ;
- Étude du risque sanitaire/toxicologique lié à l'imprégnation au mercure dans les zones d'exploitation artisanale de l'or. Cette étude peut comprendre plusieurs volets : (1) analyse du mercure et risque sanitaire lié à la consommation d'eau potable ; (2) risque sanitaire lié à la consommation des produits agricoles ; (3) risque sanitaire lié à l'imprégnation des ouvriers et du personnel minier par le mercure ; (4) statistiques sur les teneurs du mercure dans les produits de consommation et proposition de normes limites du mercure dans les produits mis sur le marché.
- Étude d'Inventaire National des Rejets de mercure (bilan annuel), aspects institutionnels et réglementaires et ébauche d'une stratégie de lutte contre les dangers du mercure ; en lien avec la Convention de Minamata.
- Étude de la pollution résiduelle par le mercure associé aux rejets de la MAPE dans les exploitations en cours et celles abandonnées, et proposition d'alternatives pour et l'élimination de ces déchets et leur gestion durable.

Il faut attirer l'attention sur le fait que la fraction d'or très fin malgré sa sensibilité à l'amalgamation dans les bacs de lavage, les grains d'or qui demeurent incrustés dans/associés aux fragments de minéraux, très attractifs pour le mercure, sont rejetés. Ceci constitue inéluctablement un vecteur puissant qui entraîne le mercure dans le milieu récepteur par voie de rejets de la MAPE.

Ces études peuvent également être renforcées par :

- La mobilisation des institutions universitaires et de recherches, de santé, et des services phytosanitaires concernés pour le suivi de la contamination des produits de consommation, notamment les poissons, dans les localités minières.
- La mobilisation des représentants de la société civile dans la sensibilisation des citoyens en ce qui concerne les dangers du mercure dans les produits à mercure ajouté, et dans les produits de consommation alimentaire.
- Le renforcement du contrôle des produits à mercure ajouté, et dans les produits de consommation alimentaire par les services publics concernés et interdiction de la mise sur le marché et de la consommation et de produits contaminés au mercure, notamment les poissons.

14 ÉLÉMENTS D'UN GUIDE DE SENSIBILISATION

Les éléments de ce guide peuvent se résumer à court et moyen termes, dans les actions suivantes.

14.1.1 Sensibilisation des enseignants et de leurs élèves

- Formation des enseignants qui éduquent les élèves qui seront un bon relais pour la sensibilisation locale. À cet égard, il est important d'organiser des ateliers pour les écoliers, les collégiens et les lycéens sur le danger du mercure et sur l'avènement de la Convention de Minamata. Ces Ateliers peuvent reposer sur des exposés simples sur les dangers du mercure, et sur les produits de consommation en contenant. Elles présentent aussi l'occasion pour organiser des compétitions entre élèves sur les dangers du mercure, qui peuvent donner lieu à des prix pour les meilleurs participants.
- Ces ateliers doivent être conduits par des personnes affectées par la Direction Générale des Mines, le CAPAM, ou le Ministère chargé de l'Environnement ; elles gagneraient aussi à être conduites avec la participation efficace de membres d'associations de la société civile.

14.1.2 Sensibilisation du public sur les dangers du mercure

- Organiser des workshops sur les dangers du mercure sur la santé et sur l'environnement et sur l'importance de l'hygiène individuelle. Ces workshops peuvent être organisés par des représentants de la société civile, avec la participation des autres acteurs : Administrations (Ministère de l'Environnement, de la Protection de la nature et du Développement durable, Ministère de la Santé, Ministère des Mines de l'Industrie et du Développement Technologique, Ministère de l'Agriculture et du Développement rural, Organismes de gestion des eaux et de contrôle sanitaire et environnemental des produits, etc.).
- Sensibilisation de la population sur les méfaits des produits chimiques toxiques (hydrocarbures, mercure, déchets dangereux) et sur la nécessité de leur gestion rigoureuse. Cette action peut être conduite par le biais des Autorités locales Administratives et Traditionnelles.
- Développement des outils de sensibilisation adaptés (boîte à images, dessins caricatures, logos, spots publicitaires, grandes affiches, ...)
- Amélioration des plateaux techniques des zones à risque de contamination au mercure ;
- Élaboration d'un manuel de bonnes pratiques de l'orpaillage ;
- Poursuite des recherches sur la contamination par le mercure dans les zones d'orpaillage au Cameroun.
- Assurer la mobilisation de tous les acteurs à cette lutte (Gouvernement, acteurs, société civile, communes ...) dans le cadre du sujet traité ici, et plus largement dans le cadre des exigences réglementaires de la Convention de Minamata qui viendra prochainement à ratification par le Cameroun.

14.1.3 Organisation et diffusion de l'information

La diffusion de l'information et l'effort de sensibilisation des citoyens contre les dangers du mercure peut s'effectuer de deux manières :

- Une action sur l'organisation d'ateliers, de workshops, des spots publicitaires, des affiches, des brochures, information sur le web,..., par chaque Administration chacune dans le domaine de sa compétence. Cette action peut associer des organisations de la société civile actives dans le domaine de l'environnement, de la santé et de la lutte contre les rejets de produits chimiques toxiques dans l'environnement.
- Le recrutement éventuel d'une **agence spécialisée en communication** pour l'élaboration d'une stratégie de communication.

Cette stratégie à élaborer prendra devrait tirer profit :

- ✓ Des meilleures pratiques de communication ;
- ✓ Du ciblage des acteurs de santé, des administrations publiques, des écoles et des collectivités territoriales décentralisées qui sont des fournisseurs traditionnels des services publics, les médias locaux de type radio communautaire ;
- ✓ De la production d'un kit de sensibilisation (affiches et dépliants, banderoles adaptées pour les centres de santé, les lieux de cultes, les marchés et les administrations publiques, etc.) et le choix de la stratégie de communication qui facilite la mobilisation des acteurs
- ✓ La production de spots publicitaires à destination des grands média traditionnels et autres spots à mettre à disposition des radios communautaires de proximité.

14.1.4 Sensibilisation à la consultation volontaire des personnes imprégnées par le mercure

À notre connaissance, aucun sinistre de l'ampleur de celui survenu dans la baie et dans la région de Minamata, ayant abouti à des cas identifiés d'hydrargyrisme et de morts humaines à cause de l'imprégnation du mercure, n'a encore été identifié de par le Monde.

Les résultats de ce travail et des études menées notamment en Guyane Française montre que la pratique courante de l'amalgamation de l'or au mercure, génère des nuisances certaines pour l'environnement et pour la santé. Cependant, en ce qui concerne leur danger, ces nuisances similaires à celles provoquées par l'application des amalgames dentaires, pratique courante dans le domaine de médecine dentaire.

Voyant la disponibilité d'antidotes efficaces pour le traitement de l'intoxication au mercure (voir modules de formation précédents), il serait judicieux de recommander la mise en place d'une stratégie nationale de consultation volontaire des personnes affectées par le mercure, notamment dans les zones minières, suivie par une prise en charge médicale précoce et l'accompagnement des patients dans le processus de décontamination.

14.1.5 Sensibilisation au profit des femmes en âge de procréation et des enfants de bas âge

Les résultats de ce travail montrent que ce sont les femmes, jeunes filles et les enfants de bas âge qui ignorent le plus les dangers du mercure et en sont les moins averties des dangers. C'est aussi cette catégorie de personnes sensibles qui est la plus exposée à cet élément dans l'étape de lavage du concentré pour extraire l'or à l'amalgame. Dès lors, il devient impératif de leur réserver des campagnes de sensibilisation contre les dangers du mercure, et de les informer des facteurs et des voies de contamination par cet élément, et les symptômes d'intoxication qui peuvent en résulter.

Il faut insister sur le fait que les signes cliniques de l'intoxication par le mercure notamment chez les femmes enceintes ou en âge de procréation, qui sont essentiellement neurologiques sous formes de paresthésies. Ils se manifestent d'abord par une atteinte de la vue (diminution de la vue et une tendance au strabisme) et de l'ouïe, et par une ataxie. Les *fœtus* sont particulièrement sensibles à l'intoxication par le mercure. Cette intoxication génère des lésions irréversibles du système nerveux central, sans que les mères ne puissent obligatoirement présenter des signes d'atteinte au mercure.

Les symptômes d'intoxication par ce métal sont très nombreux : difficultés respiratoires, bronchites, essoufflement, fatigue et douleurs musculaires, douleurs intestinales et diarrhées, qualité de vie détériorée, vertiges, anxiété, manque de sommeil, allergies et réactions épidermiques, etc.

Dans le cas extrême, et chez les nouveau-nés les manifestations d'une pathologie liée au mercure (hydrargyrie) sont essentiellement : le strabisme, la déformation des membres, l'hyper-salivation, l'ataxie cérébelleuse, et des troubles du développement physique et de la nutrition.

14.1.6 Développement du circuit d'or équitable

Cette action déjà inscrite dans l'objectif 4 du plan d'action précédent, nécessite un encadrement et une aide à apporter aux artisans miniers et leur association possible, qui permettent d'obtenir de meilleurs prix pour l'or en suivant des standards qui le développés dans des contextes similaires.

Parmi les exemples ; le standard d'or équitable développé par l'Alliance pour une Mine Responsable (ARM) et le Fair Trade Labelling permettent aux mineurs d'obtenir une prime pour la mise en œuvre de bonnes pratiques et l'application de techniques alternatives pour l'extraction de l'or sans mercure (Fairtrade Gold, Green Gold) selon le mécanisme du Commerce Équitable.

14.1.7 Vulgarisation des méthodes alternatives à l'usage du mercure

L'exploitation de l'or alluvionnaire par amalgamation au mercure (Guyane Française, Cameroun, ...) apparaît comme l'une des activités minières les plus dévastatrices de l'environnement. Ses nuisances à l'environnement et à la santé sont pratiquement irrémédiables et de grande ampleur. Le guide pratique publié en 2012 par le Programme des Nations Unies pour l'Environnement, et l'Organisation des Nations Unies pour le Développement industriel, propose des méthodes d'exploitation au mercure plus sécurisées, et ouvre la voie à de nouvelles pratiques minières sans mercure.

La caractérisation du contexte minier et des pratiques d'exploitation de l'or au mercure dans le secteur de la MAPE, présentée dans ce travail, suggère que l'extraction aurifère comme pratiquée de nos jours au Cameroun, n'est plus viable, d'autant plus que nouvelles méthodes ont déjà fait leur apparition. L'extraction de l'or dite 'propre' (Green Gold), sans mercure ni cyanure, est possible et commence à prendre de l'ampleur. La description de ces méthodes sera le cœur de cette note.

Rappelons aussi que par l'Arrêté AR n° 000554/MINMIDT/SG/DAJ/CR du 16 juin 2016, le Cameroun s'est déjà engagé sur la voie de l'interdiction totale de l'utilisation du mercure et du cyanure dans l'extraction de l'or.

Traitement minéralurgique global

Le procédé minéralurgique global de traitement de l'or alluvionnaire des gravats mais aussi celui de veines de quartz associées aux terrains cristallins anciens, s'organise en deux étapes successives du minerai :

La fragmentation : cette étape préliminaire de préparation du minerai est importante, dépendant de la taille des grains d'or dans la roche ou dans le sédiment. Cette technique permet de dégager les grains d'or pour faciliter leur séparation, et nécessite une observation préalable et des essais répétés pour optimiser l'extraction.

Il faut noter qu'une fragmentation inadaptée au grain du minerai dans la masse, débouche souvent sur de grandes pertes d'or dans les résidus de lavage, que l'on utilise ou non le mercure pour l'extraction de l'or.

La séparation : celle-ci peut engager un ou plusieurs types de techniques :

- Séparation physique : magnétique, électrostatique, gravimétrique, densimétrique (table à secousses), etc.
- Séparation physico-chimique : flottation, lixiviation
- Séparation chimique : solubilisation, grillage, coupellation.

Les deux derniers types de techniques de séparation impliquent l'usage du cyanure (lixiviation) ou d'autres produits chimiques destinés à la flottation (carbonate de soude, moussants, produits tensioactifs,...), mais aussi des méthodes de grillage et de fusion du minerai en milieu réducteur (coupellation) et l'entraînement de l'or par un 'bouton' constitué d'un autre métal comme le plomb ou le cuivre. Ces deux types de techniques sont difficiles à appliquer dans le secteur de la MAPE.

Ce sont les techniques de lavage et de séparation gravimétrique et densimétriques qui sont les plus utilisées dans ce domaine.

Concentration gravimétrique et densimétrique de l'or

Rappelons que la densité de l'or est de 19,32, ce qui veut dire qu'à volume égal à 20°C, l'or est 19,32 fois plus lourd que l'eau. Les méthodes de concentration gravimétrique ou densimétrique permettent d'augmenter la quantité d'or et minéraux lourds associés (magnétite, rutil, cassitérite, etc.) en enlevant les particules plus légères. Elles peuvent être pratiquées à sec (table vibrante) ou en milieu humide (battée, sluice, centrifugeuse, cyclone, etc.). Lorsque ces méthodes sont employées correctement, il est possible de réduire les besoins de mercure pendant le processus d'extraction d'or, voire de les écarter totalement.

Dans le cas de gisements de type alluvial, éluvial ou filonien très oxydé et altéré, les grains d'or sont libres et se présentent en paillettes, en grains ou en pépites. Dans ce cas, le minerai tout venant ne nécessite pas de préparation mécanique préalable, autre que le débouillage et le traitement gravimétrique qui peuvent s'appliquer directement sur le gravier aurifère.

Dans le cas d'un minerai d'or primaire, les grains d'or sont disséminés en particules de plus ou moins grandes dimensions dans la roche. La préparation mécanique devient nécessaire pour diminuer la taille du grain et libérer les particules d'or. La concentration sera plus efficace avec des grains homogènes et de taille adéquate. L'utilisation de cribles et de tamiseurs suite au concassage, facilite l'obtention de la granulométrie appropriée. Celle-ci peut faire l'objet de plusieurs essais d'optimisation, avant le choix de la technique à appliquer.

Techniques de concentration gravimétrique de l'or en milieu humide

Ces techniques s'appuient sur la densité très élevée de l'or, par rapport à celle des minéraux des silicates usuels (2,65 à 3) et métaux de base et minéraux lourds (<6).

▪ La battée

Il s'agit d'une méthode traditionnelle qui utilise de l'eau pour séparer les grains d'or, d'autres particules plus légères. L'or, à forte densité, donc lourd, reste dans la battée alors que les particules plus légères sont emportées en 'barbotine' dans l'eau évacuée. Cette méthode peu coûteuse demande beaucoup de temps et de maîtrise, et extrait l'or en petite quantité, ce qui est gênant. Elle est cependant plus rentable en présence de particules d'or grossières, bien libérées par altération de la roche ou par fragmentation.

▪ Le sluice

Cette méthode d'extraction d'or s'inspire du phénomène de tri des minéraux selon leur densité, en cours d'alluvionnement. Les grains lourds et gros sont les premiers à rencontrer le support opposé à l'écoulement de la pulpe, et peuvent se trouver piégés, alors que les grains plus légers et fins sont entraînés par le courant.

Le sluice est composé d'un support métallique ou en bois habituellement incliné de 5° et 15°, comportant une suite 'd'alvéoles' recouvertes de moquettes (ou autre type de support) qui peuvent être enlevées et lavées pour récupérer l'or capturé par différence de densité.

La force de l'eau qui entraîne la pulpe sur le sluice pour retenir les grains les plus lourds dont l'or dans les alvéoles successives, peut être réglée/diminuée. Ceci permet d'améliorer la quantité d'or capturée dans le sluice. Une série de riffles peut aider à couper le flux d'eau et rendre l'appareil plus efficace.

Le prix d'un sluice neuf dépendra de la complexité de son design. Il faut cependant mentionner que la fabrication d'un sluice à partir de bois recyclé (palettes en bois) ou de tôle de récupération est bien abordable par des artisans en manque de ressources financières.

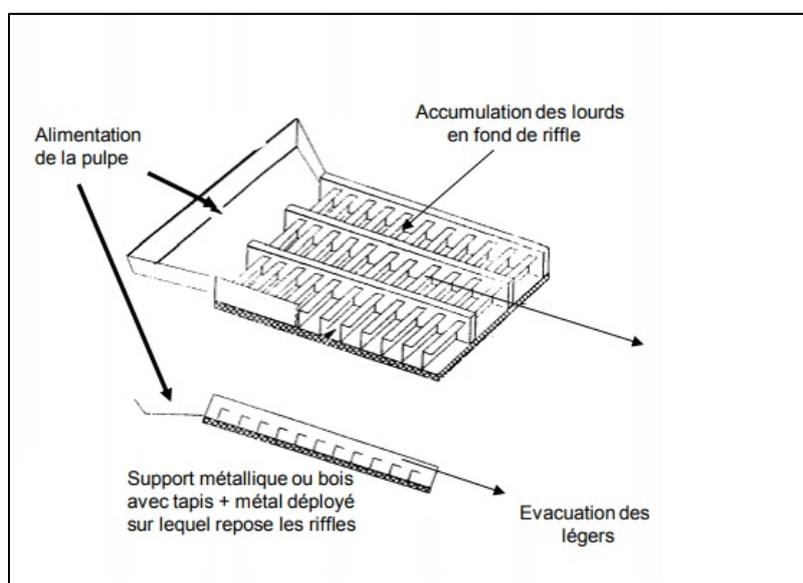


Figure 51. Design d'un sluice. Extrait des Journées de L'Or 2014- CCI Guyane

▪ Le jig

Le jiggage est une des méthodes utilisées les plus anciennes. Ce type d'appareil utilise le principe de concentration par **accélération différentielle** liée à la densité des minéraux (dont l'or). Les produits en pulpe sont soumis à une pulsation verticale périodique au cours de leur écoulement dans un bac. La pulsation est engendrée soit par le mouvement du bac, soit par le mouvement de l'eau, le bac étant fixe. La séparation est réalisée dans un lit de particules fluidisées par les courants ascendants et descendants d'eau, qui provoquent une stratification

des grains selon leur masse volumique et un entrainement vers le bas des concentrés à grains les plus denses.

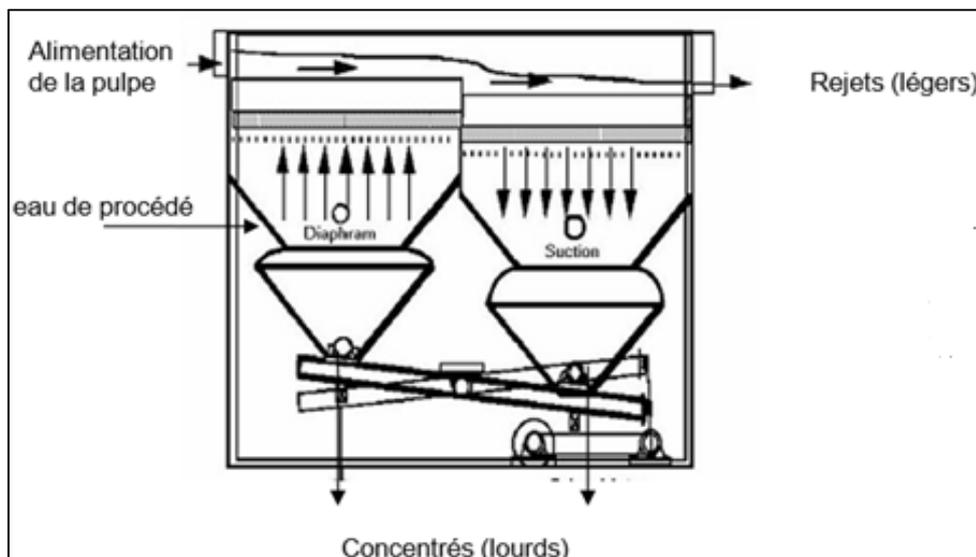


Figure 52. Schéma de conception d'un jig.

▪ La spirale

Il s'agit de battées spécialisées inclinées et successives en colonne, avec un angle spécifique et en forme de spirale. Cette spirale guide les particules vers le centre où se trouve une ouverture connectée à un récipient qui les récupère.

Un moteur permet la rotation de la battée au fur et à mesure qu'elle est alimentée par l'utilisateur. Un tuyau projette de l'eau horizontalement sur la battée en même temps que celle-ci tourne. L'eau lave les particules plus fines et les emporte vers le bas de la spirale pendant que les particules d'or (plus denses) sont conduites vers le centre de la spirale.

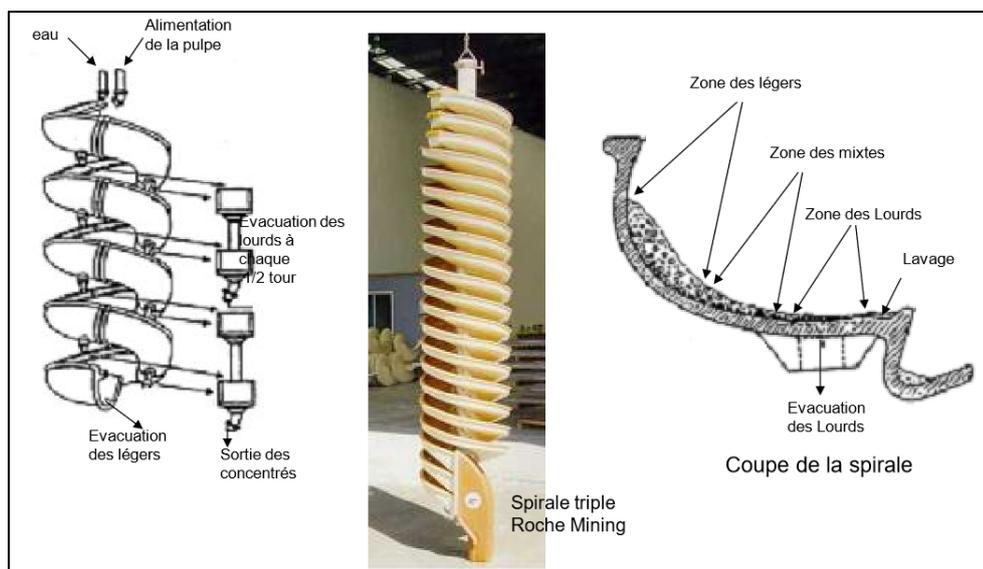


Figure 53. Schéma de conception et principe de fonctionnement d'une spirale.

Le concentrateur

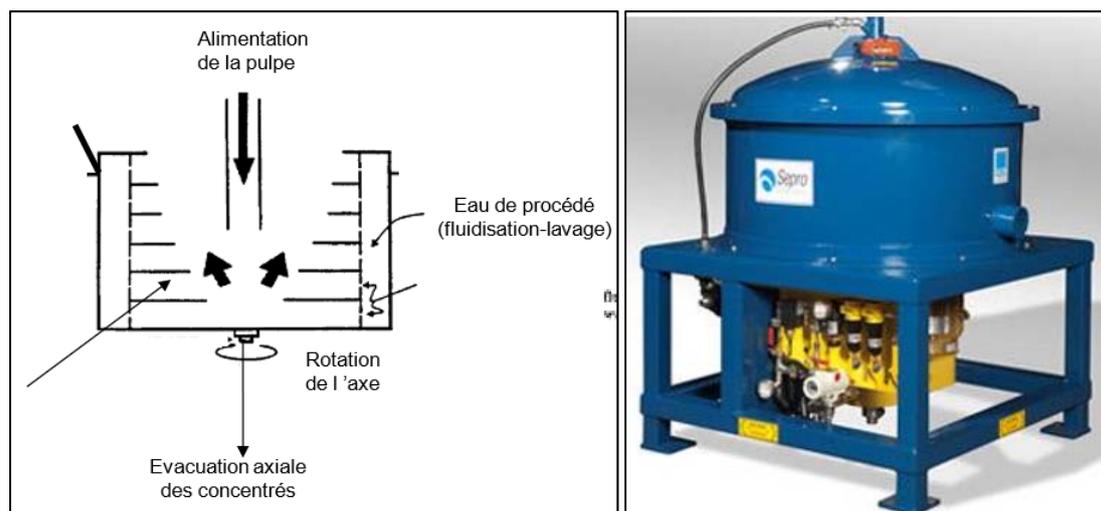


Figure 54. Schéma de conception et principe de fonctionnement d'un concentrateur.

L'alimentation en eau du concentrateur se faisant latéralement, entraîne les particules légères en haut du concentrateur en rotation, alors que les particules lourdes (dont l'or ont tendance à se décanter au centre avant ressortir par un orifice en bas du concentrateur.

La table à secousse

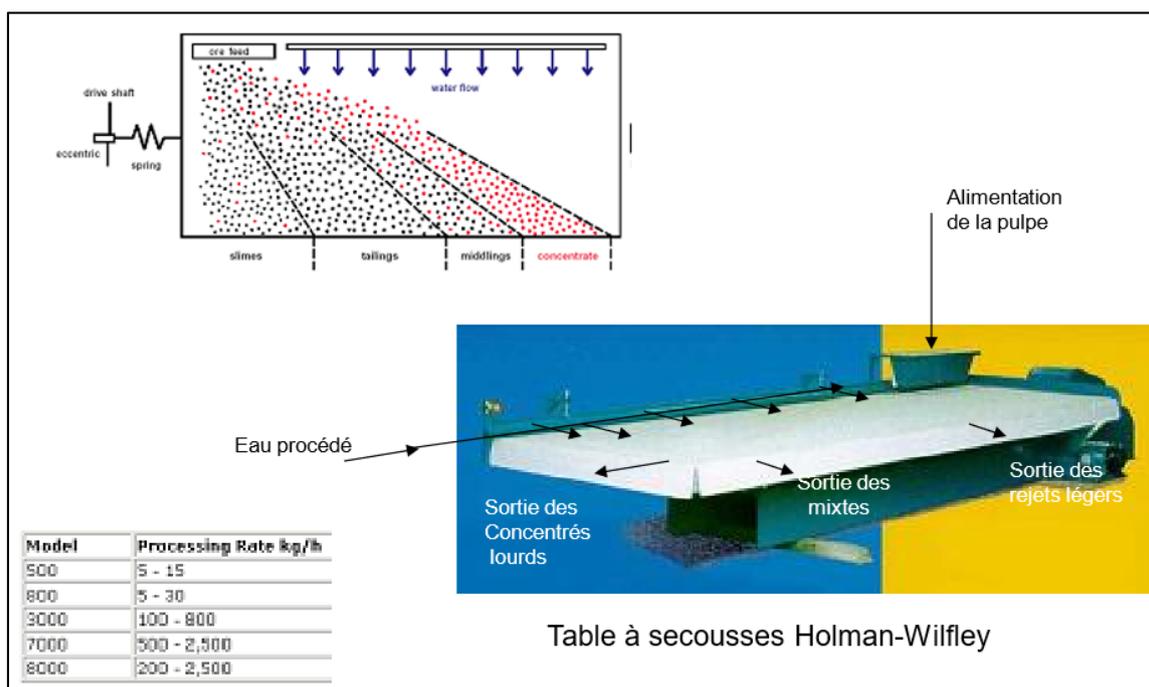


Figure 55. Principe de fonctionnement d'une table à secousse et séparation gravimétrique de l'or et des minéraux lourds.

La table alimentée dans un coin par la pulpe, reçoit une arrivée d'eau latéralement sur sa longueur. Elle subit des secousses au rythme de 40 à 50 secousses par minute. Le mouvement des particules permet leur tri des particules les plus fines (slimes) aux plus lourdes (concentrés) qui s'évacuent latéralement sur la bordure opposée à celle d'alimentation en eau.

15 CONCLUSIONS GÉNÉRALES

L'enquête sur la perception et les nuisances du mercure sur l'environnement et sur la santé des populations dans le secteur de la MAPE est réalisée conformément à la méthodologie et au chronogramme de travail proposés dans le rapport de mise en œuvre, et validés par le Maître de l'Ouvrage. Cette enquête couvre huit (08) grands districts miniers choisis comme cas d'étude, relevant des Arrondissements (Batouri, Ketté, Ngoura, Bétaré-Oya, Garoua Boulai, Meiganga, Akom II et Eséka) où se pratiquent activement des activités d'orpaillage dans les Régions de l'Est, de l'Adamaoua, du Sud et du Centre.

Ce rapport expose le contexte biophysique des zones étudiées, la typologie des corps minéralisés, les techniques et méthodes actuelles d'exploitation des minéralisations aurifères et leurs impacts potentiels sur l'environnement et sur la santé.

Il présente également le contexte institutionnel et juridique relatif au domaine minier et à l'utilisation du mercure, et établit le lien avec les dispositions de la nouvelle Convention de Minamata qui viendra à ratification par le Cameroun.

Les méthodes d'exploitation artisanale et semi-mécanisée de l'or sans exploration minière préalable qui se sont développées à partir de 2010, se pratiquent à l'aide d'outils rudimentaires et des applications souvent inadaptées, faisant recours dans la plupart des exploitations à l'amalgamation au mercure, même si cette pratique est clairement par Arrêté du MINMIDT.

Les exploitations en carrière dénaturent le paysage, dévient les cours d'eau, génèrent des déchets ménagers, dangereux, et miniers, et comportent les risques d'une pollution persistante de l'environnement surtout en cas de déversement de déchets et d'eaux de lavage du minerai contenant du mercure.

L'enquête renseigne sur les attributs sociodémographiques (genre, âge, région, provenance, structure, revenus, emploi, ethnie, religion) de la population étudiée, les caractéristiques d'artisanat minier, mécanisation et orpaillage, les relations entre chaque groupe étudié et l'utilisation du mercure, le niveau d'imprégnation et de perception du risque du mercure par les populations de mineurs et riveraines, les autorités administratives et municipales, les autorités traditionnelles, et les structures de santé.

Les résultats du dépouillement des questionnaires administrés aux différentes cibles précédentes révèlent ce qui suit :

- Les femmes artisanes chargées de préférence du lavage du minerai à la battée avec introduction du mercure manipulé à mains nues, sont de ce fait les plus exposées à l'imprégnation au mercure, et les moins informées des dangers de cet élément ;
- Les Arrondissements de Bétaré-Oya et de Ngoura ont été les premiers à acquérir la tradition de pratiquer l'amalgamation de l'or au mercure ; au contraire de l'Arrondissement d'Akom II où cette pratique demeure pratiquement méconnue ;
- Le degré d'éveil et de sensibilisation sur les dangers et les impacts environnementaux pervers du mercure varie d'une zone étudiée à l'autre, et les autorités administratives et traditionnelles ne sont à 50% pas informées de l'utilisation du mercure dans l'artisanat minier ;
- 2/5^{èmes} des autorités administratives seulement, ayant connaissance de l'Arrêté interdisant l'utilisation du mercure (et du cyanure) dans l'artisanat minier au Cameroun, sont essentiellement les chefs d'exécutif communal et les délégués départementaux ; ceci entraîne le constat de mesures insuffisantes pour imposer le respect de cet Arrêté d'interdiction ;

- À peine 10% des collecteurs sont au courant des dangers liés à l'utilisation du mercure dans le traitement de l'or ; la plupart de ces collecteurs encourage cet usage du mercure ;
- 2/3 des sociétés de mécanisation déclarent ignorer les dangers sanitaires et environnementaux liés au mercure dans leur exploitation. Seulement 8% de ces structures utilisent un dispositif de récupération des vapeurs du mercure.
- Neuf (09) cas d'intoxication au mercure ont été recensés dans les établissements de santé de la zone d'enquête en 2017. La moitié du personnel médical est avertie des dangers du mercure sur la santé ;
- Le mercure d'amalgamation au Cameroun provient de la Chine, de l'Afrique de l'Ouest et/ou d'autres pays de la sous-région d'Afrique Centrale. Les sociétés de mécanisation chinoises semblent l'introduire dans le pays, et être à l'origine de l'encouragement accru de l'usage de cet élément dans l'extraction de l'or et de sa distribution aux artisans locaux et aux collecteurs ;

Un total de cinquante (50) échantillons d'eau, trente (30) échantillons de poissons et cinquante (50) échantillons de cheveux, a été prélevé dans les quatre régions d'étude. Les résultats d'analyse du mercure totale complètent les informations acquises par voie de questionnaires.

Les teneurs en mercure des prélèvements d'eau de surface, sont inférieures à la limite de détection de l'appareillage (0,2 µg/L), teneur qui demeure inférieure aux plus faibles teneurs limites tolérées par le CCME (1 µg/L), l'OMS (6 µg/L) et la CEE (1 µg/L) pour le mercure dans l'eau potable. Les cours d'eau ayant fait l'objet de prélèvement dans les zones d'activité minière demeurent donc propres à la consommation.

Les teneurs de mercure total déterminées dans les poissons dépassent de loin la teneur limite tolérée par l'OMS (0,5 µg/g). Ces fortes teneurs peuvent s'expliquer par le fait que ces poissons ont été prélevés près des sites d'artisanat minier où ils peuvent être contaminés.

Les teneurs en mercure dans les cheveux varient de 0,08 à 108,32 (µg/g). Un seul dépassement (108,32 µg/g) de la valeur de référence (10 µg/g) a été constaté. Il s'agit d'un individu seulement (une femme) imprégnée par le mercure, avec une teneur supérieure (108,32 µg/g) au seuil du risque de 10 µg/g, et dont l'activité est réservée au lavage du minerai au mercure.

Un plan d'action national qui peut constituer un prélude à l'élaboration d'une stratégie nationale de lutte contre le fléau mercure est proposé. Il s'articule autour des objectifs suivants :

- ✓ Les objectifs généraux qui s'inscrivent dans effort national au moyen et long terme, pour éradiquer le mercure comme stipulé par la Convention de Minamata ;
- ✓ Les objectifs technique s'articulent autour du contrôle de la filière mercure, l'utilisation de cet élément dans le secteur de la MAPE, l'efficacité des mesures de son éradication, mais aussi à la gestion des déchets solides ou liquides contenant du mercure, et la remise en état des lieux après extraction minière ;
- ✓ Les objectifs institutionnels ayant affaire à la gestion rationnelle et réglementée des ressources minières qui doit être étendue à toutes les zones du présent projet. L'effort doit être conduit de manière solidaire entre tous les intervenants et de préférence par une instance nationale à créer.

Les actions d'un programme de formation des cadres, de divulgation de l'information, et de sensibilisation des citoyens contre les dangers du mercure, sont aussi proposées. Il devrait viser essentiellement :

- ✓ Le renforcement des capacités de laboratoires et des cadres de santé à l'analyse du mercure et à la prise en charge des personnes contaminées par cet élément ;
- ✓ La sensibilisation des élèves d'écoles maternelle, des collégiens et des lycéens, en plus des femmes en âge de procréation qui sont jugées les plus sensibles et les plus vulnérables à une imprégnation par le mercure ;
- ✓ L'encouragement des organisations de la société civile à la communication de l'information et à la sensibilisation des différents groupes cibles ;
- ✓ Le renforcement des efforts de divulgation de l'information par le biais d'une société spécialisée dans la communication qui aura en charge la préparation d'un kit de communication, avec l'élaboration d'une stratégie permettant de réunir tous les acteurs pour la lutte contre les dangers du mercure ;

La vulgarisation de techniques alternatives d'exploitation de l'or sans mercure, et le développement d'associations de défense du circuit d'or équitable permettant de mieux subvenir aux besoins vitaux des populations dans ces zones les plus défavorisées du Cameroun.

REFERENCES CONSULTEES

- Airey, D., 1983.** Mercury in Human Hair Due to Environment and Diet: A Review. *Environmental Health Perspectives* Vol. 52, pp. 303-316.
- Akwinga, A.V., 2010.** Lode gold mineralisation in the Neoproterozoic granitoids of Batouri, southeastern Cameroon. Doctoral Thesis. 202p.
- Apeke Adimado A., Baah D., 2002.** Mercury in Human Blood, Urine, Hair, Nail, and Fish from the Ankobra and Tano River Basins in Southwestern Ghana. *Bulletin of Environmental Contamination and Toxicology* 68(3), pp. 339-346.
- Bauma Kashongwe F., 2017.** Etude sur l'utilisation du mercure et du cyanure dans l'exploitation artisanale de l'or au Nord et Sud-Kivu ; Save Act Mine ; IPIS ; 18p
- Convention N°138** sur les pires formes de travail des enfants.
- Convention** sur les droits de l'enfant adoptée le 20 novembre 1989 et ratifiée par le Cameroun en 1993.
- Cordai, 2015.** Exploitation minière au cœur des zones rurales : Quel développement pour les communautés rurales ? Rapport.
- Covelli, S., Faganelli, J., Horvat, M., Brambati, A., 2001.** Mercury contamination of coastal sediments of long-term cinnabar mining activity (Gulf of Trieste, northern Adriatic Sea). *Applied Geochemistry* 16, 541-558.
- Fitton J.G., 1987.** The Cameroon line, West Africa: a comparison between oceanic and continental alkaline volcanism. *Geol. Soc. London, Special Publications*, 30, 273-291, <https://doi.org/10.1144/GSL.SP.1987.030.01.13>
- Fuanya C., R. Yongue Fouateu, B. Kankeu, 2014.** Geological study of gold indices at Ako'ozam, Akom II region (South Cameroon). *Sciences, Technologies et Développement*, Volume 15, pp. 98-106.
- Gworek B., O. Bemowska-Kalabun, M. Kijeńska , J. Wrzosek-Jakubowska, 2016.** Mercury in marine and oceanic waters, a review. *Water, Air and Soil Pollution*, p. 227-371.
- Gweth, P.N. (2001).** Ressources Minérales du Cameroun. Sopecam. Yaoundé, 375 p.
- Gouet D.H., T. Ndougsa-Mbarga, A. Meying, S. Patrick Assembe, A. D. Man-Mvele Pepog, 2013.** Gold Mineralization Channels Identification in the Tindikala-Boutou Area (Eastern-Cameroon) Using Geoelectrical (DC & IP) Methods: A Case Study. *International Journal of Geosciences*, 4, pp. 643-655.
- Harada M., 1995.** Minamata disease: methylmercury poisoning in Japan caused by environmental pollution. *Crit Rev. Toxicol.*, 25 (1): 1-24
- Haynes, W.M., 2016.** *CRC Handbook of Chemistry and Physics*, vol. 97, CRC Press/Taylor and Francis, 2016, 2652 p. (ISBN 1498754287), « Abundance of elements in the Earth's crust and in the sea », p. 2402 (14-17).
- Human Rights Watch-2010.** Le Mercure une question de santé et de droits humains
- Institut National de la Statistique, 2015.** Annuaire Statistique du Cameroun, édition 2015.
- Institut National de la Statistiques, 2016.** Atlas des statistiques de l'environnement 2016.
- Keita S., 2001.** Etude sur les Mines Artisanales et Les Exploitations Minières à Petite Echelle au Mali. *Mining, Minerals and Sustainable Development*, n°80, 54p

Manetsa, V., 2012. Etude multi-échelles des précipitations et du couvert végétal au Cameroun : analyses spatiales, tendances temporelles, facteurs climatiques et anthropiques de variabilité du NDVI. Thèse de Doctorat d'Université, Sciences de la Terre. Université de Bourgogne, 2011

McDonough W.F. and S.-s. Sun, 1995. The composition of the Earth. *Chemical Geology*, 120, p. 223-253

Andrea Marzoli, A., E. M. Piccirillo, P.R. Renne, G. Bellieni, M. Iacumin, J.B. Nyobe, A.T. Tongwa, 2000. The Cameroon Volcanic Line Revisited: Petrogenesis of Continental Basaltic Magmas from Lithospheric and Asthenospheric Mantle Sources; *J. of Petrology*, 41 (1), DOI: 10.1093/petrology/41.1.87

Maurin, J.C. and Guiraud, R., 1990. Relationships between tectonics and sedimentation in the Barremo-Aptian intracontinental basins of Northern Cameroun. *J. Afr. Earth Sci.*, 10, p. 331-341.

Moundi A, Wandji P, Bardintzeff J.M, Ménard J.J, Atouba Okomo L.C, Mouncharou O.F Reusser E, Bellon H, Tchoua F, 2007. Les basaltes éocènes à affinité transitionnelle du plateau Bamoun, témoins d'un réservoir mantellique enrichi sous la ligne volcanique du Cameroun. *C. R. Géosciences*, 339: 396406.

Ndjigui P.-D., 2012. Mémoire d'habilitation à diriger des recherches, 207p.

OMS-UNEP, 2008. Guidance for identification of Populations at risk from mercury exposure. Inter-organization Programme for the Sound Management of Chemicals (IOMC). Geneva, Switzerland.

Orkidé de Cuyane, 2014. Les journées de l'or les 16 et 17 Mai 2014 à la Chambre de Commerce et d'Industrie de Région Cuyane à Cayenne : Présentation sur les différents types de traitement des minerais d'or ; 41p

Peckenham J.M1, Kahl, J.S., Mower, B., 2003. Background mercury concentrations in river water in Maine, U.S.A. *Environ Monit Assess.*, 89(2), p. 129-152.

Ringwood, A.E., 1991. Phase transformations and their bearing on the constitution and dynamics of the mantle. *Geochimica et Cosmochim Acta*, v. 55, 2083-2110.

Roller E., Weiss H.D. et Maier K.H., 1997. Etude de Tübingen concernant les amalgames dentaires - Groupe de Recherches en Analyses de l'Environnement de l'Université de Tübingen (Allemagne).

Segalen, P., 1967. Les sols et la géomorphologie du Cameroun. *Cahiers ORSTOM. Série Pédologie*, 5 (2), 137-187. ISSN 0029-7259.

Shoham-Frider, E., Shelef, G., Kress, N., 2007. Mercury speciation in sediments at a municipal sewage sludge marine disposal site. *Marine Environmental Research*, 64, 601-615.

Suh, C.E., 2008. Sulphide Microchemistry and Hydrothermal Fluid Evolution in Quartz Veins, Batouri Gold District (Southeast Cameroon). *Journal of the Cameroun Academy of Sciences*, vol. 8, n°1, pp. 19-30.

Taylor, S. R., 1964. Trace element abundances and the chondritic earth model. *Geochimica et Cosmochimica Acta.*, v. 28, n° 12, 1989-1998.

Thomassin, J.F. et S. Touze, 2003. Le mercure et ses composés : comportement dans les sols, les eaux et les boues des sédiments. Rapport final. BRGM-RP-51890-FR. 119 p.

Telmer K., Stapper D., 2012. Réduire l'utilisation du mercure dans le secteur de l'orpaillage et de l'exploitation minière artisanale : Guide pratique – Un document du PNUE dans le cadre du Programme de partenariat mondial pour le mercure, produit en collaboration avec Artisanal Gold Council (AGC) et avec l'assistance de l'ONUDI, de l'Université de Victoria et de l'Union Internationale des Sciences Géologiques- Commission des géosciences pour la gestion environnementale (IUGS-GEM), 76 p.

Thomassin J.-F., Urien, P., Verneyre, L., Charles N., Galin R., Guillon, D., Boudrie, M., Cailleau A., Matheus P., Ostorero C., Tamagno D. 2017. Exploration et exploitation minière en Guyane. Collection « La mine en France ». Tome 8, 141 p., 41 fig., 2 tabl., 7 ann.

Toteu, S.F., J. Penaye and Y.H. Poudjom Djomani, 2004, Geodynamic evolution of the Pan-African belt in Central Africa with special reference to Cameroon, *Can. J. Earth Sci.* 41 (2004), pp. 73–8

Tsuda T., Yorifuji T., Takao S., Miyai M., Babazono A., 2009. Minamata disease: catastrophic poisoning due to a failed public health response. *J Public Health Policy* 30 (1) : 54-67.

UNEP, 2013. Global Mercury Assessment. Sources, Emissions, Releases and Environmental Transport. 33 p.

Van Schmus W.R, E.P Oliveira, A.F. Da Silva Filho, S.F. Toteu, J. Penaye, I.P. Guimarães, 2008. Proterozoic links between the Borborema Province, NE Brazil, and the Central African Fold Belt. *J. Geol. Soc. London* 294, p. 69–99.

White A. J. R. and Chappel B. W., 1977. Ultrametamorphism and granitoïd genesis. *Tectonophysics* 43, 7–22.

Yannah, M., C.E. Suh, M., M.G.M.Mboudou, 2015. Quartz veins characteristics and Au mineralization within the Batouri Au District, East Cameroon. *Science Research*; 3(4): pp. 137-149.

Yaro Y., I. Kaboré, H. Kabanka. 2010-Etude sur le travail des enfants sur les sites d'orpaillage et les carrières artisanales dans cinq régions du Burkina Faso, rapport final, UNICEF, 85p

ANNEXES

ANNEXE 1: RAPPEL DES TDRS

A. Rappel des Termes de référence

a. Objectifs de l'étude

Suite à l'Évaluation Stratégique Environnementale et Sociale du secteur minier au Cameroun élaborée par le PRECASEM et achevée en 2016, il s'est avéré nécessaire de réaliser la présente enquête sur l'utilisation du mercure dans le secteur de la mine artisanale et de la petite mine.

Cette étude représente l'une des étapes essentielles pour la préparation du plan d'action pour réduire l'utilisation du mercure dans l'exploitation artisanale de l'or, et par voie de conséquence la réduction des émissions de cet élément dans l'environnement et la prévention de ses risques sur la santé de la population, afin que le Cameroun puisse se conformer aux exigences de la Convention de Minamata,

Dans ce contexte, le présent projet s'est aussi fixé les objectifs spécifiques suivants, en choisissant des Arrondissements dans quatre Régions (Est, Adamaoua, Centre et Sud) comme cas d'étude :

1. Établir l'état des lieux pour un premier diagnostic de l'usage du mercure pour l'amalgamation/extraction de l'or dans le secteur de la mine artisanale et la mine semi-mécanisée au Cameroun ;
2. Évaluer le degré d'imprégnation des personnes travaillant/vivant sur et aux environs des sites d'orpaillage ;
3. Recueillir des résultats sur l'état sanitaire en lien avec le mercure dans les zones de petites mines et de pratique d'orpaillage ;
4. Évaluer la perception du risque mercuriel par les populations concernées ;
5. Définir les actions stratégiques à entreprendre pour lutter contre l'utilisation du mercure pouvant conduire à l'établissement d'un plan de surveillance sanitaire, y compris les actions d'information et de sensibilisation de la population des sites miniers sur les dangers du mercure.

b. Résultats attendus

A l'issue de cette étude, il est attendu de recueillir les informations suivantes :

- État des lieux de l'utilisation du mercure dans le secteur minier du Cameroun ;
- Connaissance du niveau d'imprégnation mercurielle des personnes vivant aux alentours des sites miniers et plus largement dans les régions minières ;
- Informations sur les sources d'approvisionnement du mercure ;
- Perception du risque mercuriel par les populations ;
- Informations et données utiles pour la mise en route de la campagne de sensibilisation et de formation à grande échelle et l'étude sur la télédétection des impacts de l'artisanat minier que le PRECASEM se propose de réaliser ;
- État sanitaire des populations des zones minières en lien avec l'exposition mercure ;
- Orientations stratégiques à proposer pour la lutte contre l'utilisation du mercure ainsi qu'un plan de surveillance sanitaire et un plan d'action pour développer et promouvoir des méthodes alternatives auprès des artisans.

c. Missions du consultant

Cette mission comporte deux volets essentiels :

1. Reconnaissance de l'état des lieux, enquête et analyses de terrain, et perception du risque mercuriel par les populations.

Il s'agit

- De recueillir les données sociodémographiques, les facteurs de risque d'exposition au mercure et la perception du risque mercuriel auprès des personnes adultes, des femmes et des enfants des zones minières ;
- De recueillir des données sanitaires grâce à des prélèvements ;
- De recueillir les données sur le mercure présent dans des prélèvements d'échantillons d'eaux de surface (étangs, lacs artificiels créés, rivières, cours d'eaux où se pratique l'orpaillage) des sites miniers, ou celles où se pratiquent l'orpaillage. La détermination de l'imprégnation de la population au mercure métallique est également faite afin de déterminer la forme prépondérante de contamination des zones minières ;
- De recueillir les informations sur les sources d'approvisionnement du mercure ;
- De procéder à l'évaluation de la perception du risque mercuriel auprès des populations des sites miniers ;
- De fournir des informations et des données utiles pour la mise en route de la campagne de sensibilisation et de formation à grande échelle et l'étude sur la télédétection des impacts de l'artisanat minier que le PRECASEM se propose de réaliser.

2. Élaboration d'un plan d'action pour développer et promouvoir des méthodes alternatives auprès des artisans.

Le plan d'action devra entre autre ressortir : les objectifs stratégiques ; la logique d'intervention ; la stratégie, les indicateurs d'impact, les actions à entreprendre ; les indicateurs de suivi ; les sources et les moyens de vérification et le budget de mise en œuvre.

d. Échéancier de la mission et rendus d'étude

L'étude est conduite sous la supervision de l'Unité de Coordination du PRECASEM et le MINEPDED en charge du suivi de la convention de MINAMATA au Cameroun. Le suivi est assuré par un comité restreint

L'étude est menée sur une durée de sept (07) mois. Les rendus d'étude sont fixés comme suit :

1. La méthodologie de l'étude doit être présentée par le consultant et approuvée par l'équipe de suivi, lors de la signature du contrat.
2. Un rapport démarrage, en six (06) exemplaires avec une version électronique, deux (02) semaines après notification du consultant ; ce rapport a été réalisé et approuvé en date du 17 avril 2018 ;
3. Un rapport provisoire, en six (06) exemplaires avec une version électronique, cinq mois (5) après le début de la mission ;
4. Un rapport final, en six exemplaires, après 1 mois de la réception des commentaires du client. .

B. Équipe du projet

Les profils des experts clés intervenant à cette étude sont :

- Un expert chef de mission, Monsieur Saïd Tlig, Doctorat ès Sciences Géologiques, justifiant d'une expérience de plus de 35 ans dans les travaux et les études relatifs au mercure : Géologie, Géodynamique (géologie structurale, tecto-sédimentaire, Méthodes de Prospection Sismique, Électrique, Gravimétrie...), Géotechnique, Hydrogéochimie, Géochimie minière, Sciences de l'Environnement et Pollution ;

- Un expert en géologie, Monsieur Adalbert Tjock, justifiant de 15 ans d'expérience dans la prospection géologique, géochimique et topographique ; dans l'établissement des profils de sol, de cartes et de coupes géologiques, dans l'échantillonnage géologique et minier, dans l'exécution des projets miniers artisanaux et de petite mine;
- Un expert ayant des compétences en développement durable, gestion environnementale, justifiant d'une expérience en évaluation environnementale, Madame Imène Saïdane, Ingénieur de formation, d'expérience 13 ans en évaluation environnementale, dans le domaine de dépollution.
- Pour le bon déroulement de l'étude, une équipe d'appui aux experts clés est prévue tout le long de l'étude, par :
- Un expert en risques sanitaires : Monsieur Lotfi Dridi, avec une expérience de 15 ans, Ingénieur en hydraulique et environnement, spécialisé dans les diagnostics de pollution, plan de gestion et études des risques sanitaires des sites et sols pollués et la modélisation hydrogéologique. Il est spécialiste des diagnostics et suivis environnementaux avec maîtrise d'œuvre des travaux de dépollution ainsi que de la modélisation hydrogéologique couplée avec la migration et le transfert de pollutions.
- Un expert cartographe / SIG ;
- Un sociologue ;
- Une équipe d'enquêteurs ;
- Un expert en Statistiques ;
- Du personnel auxiliaire

ANNXE 2: METHODOLOGIE

A. Réunion de démarrage

Après une période de mobilisation de l'équipe, de durée 15 jours dès la signature du contrat entre les deux parties, une réunion de démarrage a eu lieu à Yaoundé, au siège du PRESCAM. Au cours de cette réunion, les différents responsables ont été présents ou visités, y compris les acteurs locaux, pour un premier contact de concertation. L'objectif de cette réunion est de :

- Discuter des objectifs de l'étude ;
- Préparer la collecte des données et des informations disponibles auprès des organismes concernés ;
- Avoir les coordonnées et les introductions nécessaires auprès des principales administrations aux trois niveaux national, régional et communal ;
- Discuter de la faisabilité des enquêtes et leur consistance.

B. Collecte de données et mission de repérage sur terrain

Pour réaliser l'enquête sur l'utilisation du mercure dans le secteur de la mine artisanale et la petite mine dans les régions de l'Est et d'Adamaoua, l'équipe d'experts a procédé, avec le concours du Secrétariat scientifique de l'enquête, à la collecte des données sociodémographiques, textuelles, statistiques, cartographiques et iconographiques préexistantes sur les sites de la mine artisanale et/ou la petite mine au Cameroun. Cette opération permettra aux intéressés de mobiliser une base de données documentaire pluridisciplinaire sur toutes les thématiques de l'enquête, incluant des rapports d'études similaires, des textes de lois, des documents cartographiques, des revues, des mémoires et des thèses.

Il faut y ajouter les résultats d'enquêtes, les études et les bases de données des institutions de recherche et agences gouvernementales et non-gouvernementales spécialisées dans les études sur l'utilisation des produits chimiques dans l'exploitation et leurs potentiels impacts sur l'environnement.

Par ailleurs, une mission de repérage sur terrain a été menée à la fin du mois d'avril (2018) pour recueillir les informations nécessaires pour le bon déroulement de l'étude, telles que :

- le repérage et le positionnement GPS des différents chantiers miniers aurifères,
- la reconnaissance des pratiques utilisées dans le secteur de la mine artisanale et la petite mine MAPE pour l'extraction de l'or du minerai ;
- un reportage photographique ;
- Conduite d'une mission de repérage pour la rencontre avec les acteurs locaux ;
- Interviews des acteurs du secteur de la MAPE.

C. Enquêtes de terrain

- Conduite d'une mission de repérage pour la rencontre avec les acteurs locaux.

En prélude au démarrage de la phase opérationnelle de l'enquête, les experts de COMETE International ont effectué une mission de repérage auprès des unités administratives où se pratiquent la mine artisanale et/ou la petite mine au Cameroun afin d'établir un premier contact avec les acteurs locaux. À cette occasion, ont été expliqués succinctement aux autorités administratives, les responsables sectoriels locaux et les représentants des organisations d'aide au développement, les tenants et les aboutissants de l'enquête, tout en les préparant à assumer les responsabilités qui seront les leurs tout au long de la conduite dudit processus.

- Aperçu méthodologique relatif à la collecte des données auprès des populations cibles (enquêtes).

La collecte de données relatives à cette étude a été réalisée, essentiellement, auprès de deux types de populations cibles :

Les ouvriers des exploitations minières concernées : il s'agit ici de toute personne exerçant dans l'une des exploitations minières en question au titre d'employé ou à son propre compte. Auprès de cette cible, les informations à collecter concernent, en général, les conditions de travail, niveau de vie...

Les populations riveraines : Ce sont les individus vivant aux environs des exploitations minières objet de l'étude. Auprès de ces cibles seraient collectées les informations liées à l'environnement, aux conditions de vie, rapport avec les zones minières...

Concernant l'échantillonnage, chaque groupe cible revêt des spécificités liées aux réalités de terrain. Ainsi, il faut noter une différence d'échantillonnage d'un groupe cible à un autre:

Les ouvriers des exploitations minières : la technique adoptée à ce niveau serait l'échantillonnage aléatoire simple par quota. Cette technique permettrait de diversifier l'échantillon de sorte à le rendre représentatif de la population d'enquête. Ainsi sur le terrain, les agents de collecte s'efforceront de diversifier l'échantillon selon l'âge, le niveau d'étude, la tâche exercée, etc. ;

Les populations riveraines : pour cette cible, la technique reste la même que pour les ouvriers des exploitations minières, sauf que les variables de quota retenues sont la région, le sexe, l'âge, le niveau d'instruction et la profession.

Le nombre des enquêtes estimé, dans le secteur de la mine artisanale et la petite mine pour les deux (02) catégories ouvriers et la population riveraine, est de l'ordre de 200.

D. Fiches d'enquête sur le terrain

Un exemple de fiche d'enquête est présenté, à titre d'exemple dans les annexes. La fiche est focalisée sur les points suivants :

- ✓ Le degré d'éveil des exploitants et précautions prises pour se prémunir contre les vapeurs de mercure et les risques d'intoxication par cet élément ;
- ✓ La source d'approvisionnement en mercure métal pour l'amalgamation et les quantités utilisées ;
- ✓ Le devenir des rejets hydriques issus des exploitations ;
- ✓ Le nombre d'heures journalières et hebdomadaires de travail d'extraction de l'or par amalgamation et récupération du mercure par évaporation à chaud ;
- ✓ L'existence possible de séquelles liées à des impacts du mercure sur la santé : strabisme, fatigue musculaire, malformations, troubles digestifs et respiratoires, etc.,
- ✓ Précaution prises par les populations locales pour se prémunir contre les dangers du mercure contenu dans le vivier, les crudités, l'eau de boisson,
- ✓ Etc.

Ainsi, les enquêteurs de terrain, ont procédé dans les sites de la mine artisanale et/ou la petite mine au Cameroun à la collecte des données sur toutes les thématiques de l'enquête. Deux types de données sont collectés : les informations obtenues à travers les réponses au questionnaire et les prélèvements des eaux, et ceux effectués sur les humains.

Le recueil des données respecte la répartition indiquée dans le tableau ci-dessous.

Tableau 27. Répartition des équipes d'enquêteurs dans les sites de la mine artisanale et/ou la petite mine dans les régions de l'Adamaoua et de l'Est

RÉGION	DÉPARTEMENT	ARRONDISSEMENT	ÉQUIPE
EST	Lom-et-Djérem	Bétaré-Oya	Équipe 1
		Garoua-Boulai (Bindiba)	
		Ngoura (Colomine)	
	Kadey	Batouri (Kambele)	
		Ketté (Béké)	
ADAMAOUA	Mbéré	Meiganga (Fel-Mama Massandé-Mbali-Mborguene)	Équipe 2
SUD		Akom II	
CENTRE		Eséka	

Les enquêteurs sur terrain escortés de guides appropriés, ont assuré des entretiens semi-structurés auprès des responsables des artisans miniers, les opérateurs de l'artisanat minier semi-mécanisé, des collecteurs, le personnel sanitaire, etc.

De plus, dans le cadre de cette étude et conformément aux termes de référence, un certain nombre de personnes concernées par l'enquête sont soumis à un questionnaire et à un prélèvement de cheveux en vue de l'analyse du mercure. Les données nécessaires pour l'appréciation de l'état sanitaire des personnes vivant aux alentours des sites miniers sont recueillies. Elles porteront sur :

- ✓ les variables sociodémographiques : date de naissance, sexe, lieu de résidence, pays de naissance, nationalité, origine dominante,...
- ✓ les facteurs de risque d'exposition au mercure (consommation de produits contaminés par le mercure, présence d'orpaillage à domicile ou à proximité, présence d'amalgame dentaire, etc.),
- ✓ le niveau de perception du risque mercuriel auprès des personnes adultes, des femmes et des enfants des zones minières.

E. Traitement des données collectées sur le terrain

Les données collectées sur le terrain sont traitées de deux manières distinctes : la saisie des données quantitatives à l'aide du tableur Excel et la réduction (résumé) des données qualitatives à la main ou à l'aide du logiciel de traitement de textes WORD.

F. Échantillonnage et analyses (eaux et cheveux de la population)

Dans cette étude, les données sanitaires sont recueillies à l'aide :

- ✓ des prélèvements des mèches de cheveux ;
- ✓ des prélèvements d'échantillons d'eaux (étangs, lacs artificiels créés, rivières, cours d'eaux où se pratiquent l'orpaillage) des sites miniers ;

Les analyses des eaux des rivières sont sous-traitées au Laboratoire International "Eurofins, France" accrédité pour le mercure total, et celles de cheveux de la population sont conduites au Laboratoire accrédité ChemTox.

Le nombre des échantillons est arrêté selon les paramètres d'estimation statistiques des échantillons (90% d'intervalle de confiance et 10% de marge d'erreur).

Méthode de prélèvement des cheveux

L'opération de prélever les cheveux auprès de la population est délicate. Pour le bon déroulement de l'échantillonnage et le prélèvement des cheveux auprès de la population, le

bureau d'études met à la disposition un personnel auxiliaire (infirmiers) et un sociologue qui accompagnera les enquêteurs dans les zones délicates pour faciliter leur travail sur terrain et surmonter les éventuelles difficultés.

Le protocole de prélèvements de cheveux Mercure par Méthode analytique (ICP-MS), pour une limite de quantification * 0,2µg/g, consiste à :

- ✓ sélectionner une mèche de cheveux à l'arrière du crâne (au-dessus de la nuque). Elle doit représenter une (1) mèche de cheveux de 20mg minimum (une centaine de cheveux environ), c'est à dire la largeur d'un crayon de papier. Nouer cette mèche à l'aide d'une cordelette à 1 cm du cuir chevelu.
- ✓ couper la mèche de cheveux au ras du cuir chevelu à l'aide de ciseaux propres. Ne pas les arracher. Les cheveux doivent être coupés au même niveau.
- ✓ l'orienter à l'aide d'une feuille pliée en deux, ou du papier joint au kit, indiquer de quel côté se trouve la racine. Il ne faut surtout pas les attacher avec un élément adhésif. La cordelette doit suffire à les maintenir.
- ✓ placer la mèche de cheveux dans le kit de prélèvement, le fermer à l'aide du scellé rouge à l'emplacement adéquat et remplir le formulaire (nom de la personne prélevée, longueur de l'échantillon, date du prélèvement...).

Échantillonnage des eaux de surface

L'analyse du mercure (Hg) total dans une eau peu chargée, est effectuée selon la NF EN ISO 17852 (SFA). Analyse accréditée ISO 17025.

Les échantillons d'eaux de surface sont prélevés à l'aide d'une perche télescopique munie d'un bécquet de prélèvement. Ces prélèvements seront effectués au droit des étangs, des lacs artificiels créés, des rivières et des cours d'eau où se pratique l'orpillage. Les échantillons d'eau sont conditionnés dans le flacon adapté à l'élément Hg et à la matrice à analyser, et conservés en glacière à l'abri de la lumière jusqu'à leur acheminement au laboratoire. Les prélèvements sont désignés et étiquetés de manière précise, assurant la parfaite traçabilité, chaque flacon portant une étiquette précisant :

- ✓ le lieu du prélèvement,
- ✓ la référence de l'échantillon (N° ou nom du point de prélèvement),
- ✓ la date de prélèvement,
- ✓ le nom du chargé du prélèvement.

Les indices de pollution relevés sur les eaux échantillonnées et les résultats des mesures de terrain sont synthétisés sur une fiche de prélèvement d'eau.

Échantillonnage des poissons

Des poissons issus des rivières avoisinantes où celles où se pratique l'orpillage seront prélevés pour analyse du mercure total. Une priorité sera accordée aux poissons piscivores, prédateurs majeurs, et plus susceptibles à la contamination par le mercure.

- Programme analytique

L'analyse du Hg sur poisson sera élaborée selon par ICP-MS selon DIN EN ISO 15763. Analyse accréditée ISO 17025.

Tous les échantillons collectés seront envoyés sous 48 heures au laboratoire accrédité en charge des analyses, Eurofins, localisé en France. Ce laboratoire est accrédité. Le programme analytique proposé afin de répondre aux besoins de l'étude est synthétisé dans le tableau suivant.

Tableau 28: Programme analytique

Matrice	Composés	Nombre	Méthode d'analyses
Mèche de cheveu	Mercure total	50	ICP-MS
Eaux de surface	Mercure total	50	NF EN ISO 17852 (SFA)
Poissons	Mercure total	30	ICP-MS selon DIN EN ISO 15763

G. Analyse finale

L'analyse finale sera menée suivant la technique de l'analyse de contenu. Celle-ci a consisté à sélectionner les données en rapport avec les questions et les rubriques des guides d'entretien et en rapport avec les thématiques de l'enquête. Ensuite, elle consistera à classer les données en catégories, à les interpréter et les intégrer dans les synthèses écrites. Elle combinera les deux formes d'analyse quantitative et qualitative.

H. Élaboration de plan d'action

A partir des résultats de l'état sanitaire des populations des zones minières en lien avec l'exposition au mercure et les sources d'approvisionnement de ce composé, un plan d'action pour développer et promouvoir des méthodes alternatives auprès des artisans sera proposé afin de limiter l'utilisation et l'exposition au mercure.

Ce plan d'action sera associé à un cadre logique pour en assurer un meilleur suivi. Il dégagera les objectifs stratégiques (spécifiques), les actions à entreprendre, les indicateurs d'impact et de suivi, les sources et les moyens de vérification ainsi que le budget de mise en œuvre. Ce plan d'action décrira également les acteurs impliqués et les institutions impliquées.

L'élaboration de ce plan d'action sera basée sur le guide pratique pour réduire l'utilisation du mercure dans le secteur de l'orpaillage et de l'exploitation minière artisanale élaboré par le PNUE en 2012.

I. Établissement de guides pour la campagne de sensibilisation et de formation

L'expérience de plusieurs pays en termes de sensibilisation contre les dangers du mercure implique :

- La participation d'associations de la Société civile spécialisées dans les techniques de la communication, de l'éducation, de la protection de l'environnement, dans l'action de sensibilisation ;
- Focaliser l'action de sensibilisation sur les individus à bas âge et multiplier les ateliers de sensibilisation dans les écoles, les collèges et les lycées, sur les dangers occasionnés par le mercure, notamment celui issu des activités d'orpaillage ;
- Réserver aux filles et jeunes femmes, mais aussi aux femmes enceintes, l'action de sensibilisation la plus soutenue pour se prémunir contre les dangers du mercure pouvant affecter le fœtus et les enfants de bas âge ;
- Concevoir et distribuer des logos, des affiches, des brochures, etc. exaltant les dangers du mercure issu des opérations d'orpaillage ;
- Focaliser sur la possibilité de solutions de rechange pour l'extraction artisanale de l'or autrement que par le mercure (bac Sarde, fixation de l'or électrostatiquement sur peu de chamois, etc. L'élaboration de ce plan d'action sera basée sur le guide pratique pour réduire l'utilisation du mercure dans le secteur de l'orpaillage et de l'exploitation minière artisanale élaboré par le PNUE en 2012.

ANNEXE 3: DANGERS DU MERCURE ET CONVENTION DE MINAMATA

A. Dangers du mercure

Le mercure compte parmi les dix premiers produits chimiques les plus toxiques. Son minéral le plus répandu est le cinabre (HgS ; *hydrargyrum sulfuratum rubrum* ; dureté en Mohs : 2,5, supérieure à celle du gypse, 2). Quand il est moulu, ce minéral donne souvent une poudre de couleur rouge écarlate, mais cette couleur peut varier de cannelle au rouge brique. Mélangée à des graisses animales, cette poudre servait de produit cosmétique courant de l'Égypte ancienne.

Ce type de pigment avait également servi comme produit de charge de peinture et d'encre d'imprimerie, comme collyre, ou même comme colorant alimentaire. Sous forme native (Hg^0) utilisée pour des rites religieux, ou parfois même comme poison (forme organique), le métal a longtemps dû montrer sa vérocité comme élément hautement dangereux pour le Vivant. Par exemple, il a très tôt été constaté que l'espérance de vie des mineurs dans les gîtes de mercure, et des bagnards condamnés à des travaux forcés dans ces gîtes, est raccourcie de manière trop troublante.

La ruée vers l'or (1845-1875) d'abord, puis la "fièvre" d'essor industriel (1890 à nos jours), et particulièrement à partir de la première guerre mondiale, ont clairement marqué le début d'une "ère à proprement parler, mercurielle".

Les dépôts atmosphériques de mercure restitués à partir de carottes prélevées dans la masse du glacier de Fremont au Wyoming (USA), ont permis d'enregistrer les pics de quantités excessives de Hg dans l'atmosphère terrestre au cours des 270 dernières années, qui sont d'origine volcanique et anthropique (Krabbenhoft et Sunderland, 2013).

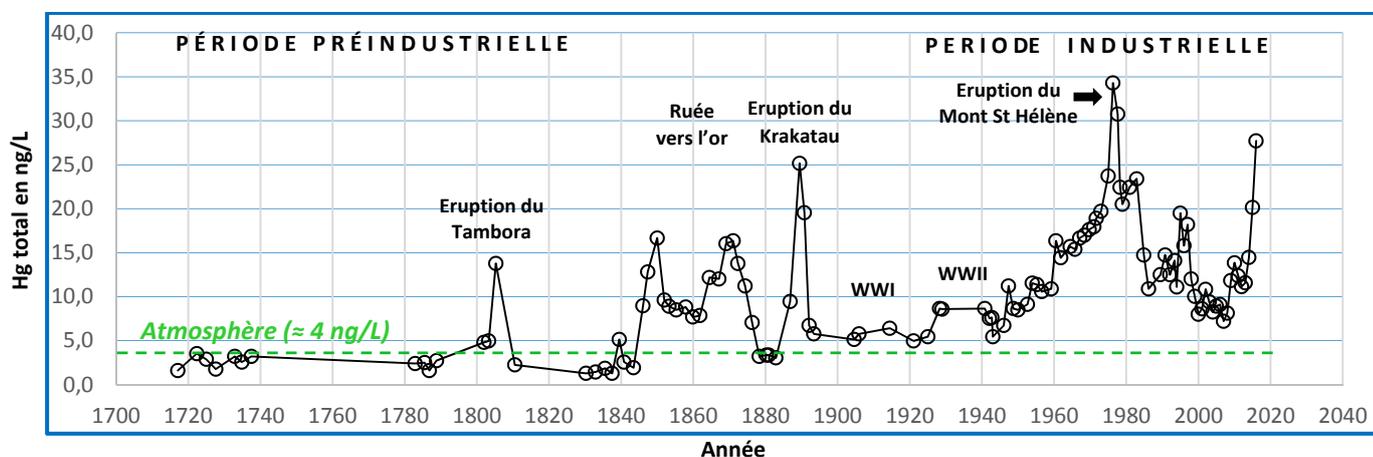


Figure 56. Variation des teneurs en mercure dans l'air en ng/L pour les 270 dernières années estimées à partir d'analyses du mercure dans des carottes de glace prélevées en 1991 et en 1998 aux USA (Krabbenhoft et Sunderland, 2013). Les teneurs en Hg dans l'atmosphère de 1993 à 2016 sont estimées dans ce travail sur la base de la valeur donnée pour 1993 et de la production minière mondiale annuelle de mercure vierge (USGS).

Les auteurs de ce travail rapportent que les concentrations globales de mercure dans l'atmosphère ont été multipliées par 3 à 5 depuis le milieu du 19^{ème} siècle, à cause de l'activité anthropique (ruée vers l'or (1850-1884), production militaire des deux guerres mondiales (WWI et WWII), flambée industrielle après cette guerre, avec un pic aux alentours de 1980, etc.). Une multiplication par 3 à 7 correspond à des pics d'activité accidentelle de volcans (Tombora, 1815 ; Krakatau (volcan de la Peur en Indonésie), 1883 ; Mont Sainte Héléne ;

1980). Ces auteurs en déduisent que l'activité humaine a largement changé et de manière continue, la concentration de mercure dans l'air et surtout dans l'eau de mer.

Le mercure aux propriétés physico-chimiques en médicinales, électroniques, neutroniques, ... quelque peu attrayantes, et au départ, au voisinage et au contact très anodins avec l'Homme, a rapidement infiltré les procédés industriels (Chlor-Alkali en particulier). Il est aussi utilisé dans les produits d'usage ordinaire (lampes à basse consommation et lampes fluorescentes, baromètres, thermomètres, fusibles, piles et batteries, ...), cosmétiques (shampoings, et crèmes de cheveux et d'éclaircissement de la peau,...), médicaux (dont le *mercurochrome* aujourd'hui prohibé, et les amalgames dentaires notamment), et les produits phytosanitaires divers, etc.

Du début de cette ère mercurielle aux années 1970s environ, une nette ruée au renouveau industriel et à la créativité technologique, avait passé sous silence tous soucis quant à l'accommodation et donc à l'éparpillement d'un métal aussi dangereux qu'est le mercure dans l'eau, l'air, le sol, le Vivant et les produits de première nécessité et même ceux auxiliaires. L'environnement, la santé et la biodiversité en ont donc largement pâti. Ceci avait rapidement engendré des accidents, et surtout des sinistres réels dont celui déjà identifié, de la baie de Minamata au Japon est hélas l'un des plus désastreux.

Le mercure s'amalgame à tous les métaux à l'exception du fer, et forme une minéralisation naturelle Or-Mercure bien connue. Des minéralisations du type amalgame Or-Bismuth, et Or Argent (Electrum) existent également. Aussi, l'amalgamation pratiquement parfaite entre or et mercure a conduit à une utilisation usuelle de ce dernier dans l'orpaillage. Renforcée par la fièvre de l'or, cette pratique compte parmi les activités mondiales les plus dangereuses pour l'environnement, pour la santé humaine et pour la biodiversité, livrant à elle seule 37% des rejets de mercure dans l'environnement mondial (PNUE, 2012). A cet égard, des territoires de Guyane Française et de l'Amazonie ont déjà été ravagés par les rejets de mercure issus des activités d'orpaillage.

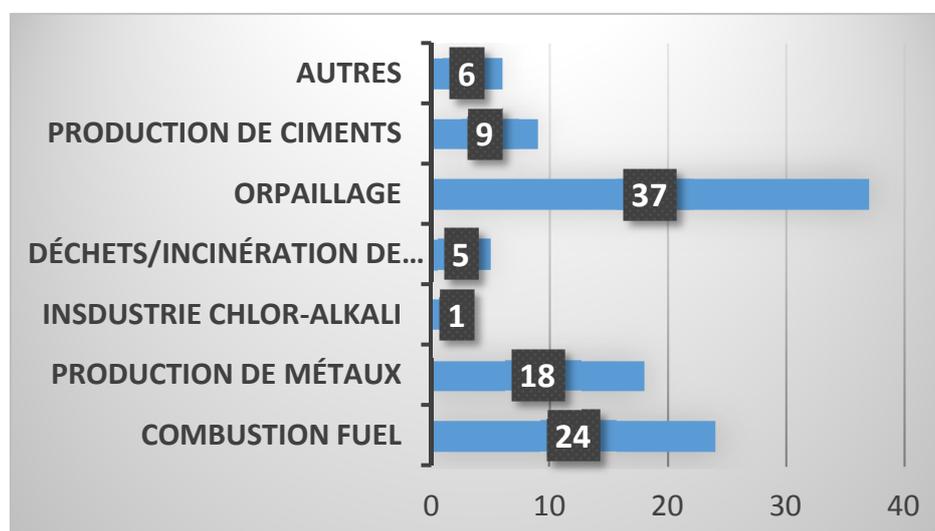


Figure 57. Evaluation globale des rejets de mercure classés par catégorie de source. L'activité d'orpaillage de par le Monde apparaît comme le premier contributeur (37%) aux rejets de mercure sur la planète.

B. Le mercure dans le droit Européen

Conscients du danger que représente le mercure, les pays de la Communauté Européenne ont anticipé l'action de restreindre, voire de bannir, l'usage du mercure à partir des années 2000s. Certains instruments juridiques européens sont déjà en vigueur.

En effet, la mise en œuvre par l'Union Européenne d'une stratégie sur le mercure (28 Janvier 2005) a mené à l'adoption de nombreux règlements régissant l'utilisation et le commerce du mercure. Deux exemples peuvent être cités :

- Règlement 1102/2008 du 22 octobre 2008 relatif à l'interdiction des exportations de mercure métallique et de certains composés et mélanges de mercure, et au stockage en toute sécurité de cette substance ;
- Règlement de la Commission européenne 847/2012 du 19 septembre 2012 restreignant l'usage du mercure dans certains instruments de mesure (thermomètres, sphygmomanomètres, baromètres).

Dans le cas précis des déchets contenant du mercure, ou du mercure issu du démantèlement des installations de production Chlor-Alkali, le cadre et les techniques de gestion de ces substances ou produits sont définis par la directive n° 91/689/CEE du 12/12/91 relative aux déchets dangereux.

C. Convention de Minamata

Le métal provoque chez l'homme, la maladie de Minamata (ou hydrargyrie/hydrargyrisme) dont les symptômes ont été définis pour la première fois (1957-1960) par les épidémiologistes de l'Université de Kumamoto au Japon. Des cas légers de cette maladie peuvent être soignés par un antidote constitué de 'D-pénicillamine + dimercaprol'. C'est un mélange aminé et alcoolé qui chélate modulele mercure et l'élimine, sans en exclure tout de même des effets secondaires potentiels indésirables.

Néanmoins, la remédiation en cas de sinistre comme celui de Minamata, et l'élimination totale du mercure polluant n'étant pas possibles, les techniques de stockage sécuritaire des déchets de cet élément de manière temporaire et à longs termes, s'avèrent de première nécessité.

Les impacts néfastes du mercure, les difficultés de lutte contre ce métal, et l'étendue désastreuse de son sinistre qui s'est manifesté à Minamata de 1936 à 1968, ont conduit à l'obligation de se doter d'un instrument juridique pour le combattre à l'échelle planétaire. Cette juridiction a fait l'objet de nombreuses négociations inter-pays de 2000 à 2010, sous l'égide du PNUE.

a) Déroulement des négociations

Consciente de la nocivité extrême des espèces de mercure et de ses composés, la communauté internationale a décidé lors de la réunion du 25^{ème} Conseil d'Administration du Programme des Nations Unies pour l'Environnement (PNUE) en février 2009, d'établir la nouvelle Convention de Minamata. Il s'agit du premier instrument qui est juridiquement et internationalement, suffisamment contraignant pour la gestion du mercure et de ses composés, avec l'objectif ambitieux de réussir au moyen et long termes son éradication des processus industriels.

Un Comité intergouvernemental de négociation (CIN) a été institué en 2010. Cinq sessions de négociations à Stockholm en Suède, à Chiba au Japon, à Nairobi au Kenya, à Punta del Este en Uruguay, et à Genève en Suisse, à Bangkok en Thaïlande, et à Amman en Jordanie, se sont soldées par l'adoption de la Convention de Minamata en janvier 2013 sous l'égide du PNUE, en présence de 140 États.

DECISION CA/PNUE		CONFERENCE DES PLENIPOTENTIAIRES						ENTREE EN VIGUEUR			
OEWG	CNI-1	CNI-2		CNI-3		CNI-4	CNI-5	CNI-6	CNI-7	CoP-1	
Bangkok	Stockholm	Japon		Nairobi		Uruguay	Genève	Bangkok	Jordanie	Genève	
2009	2010	2011		2012		2013		2014	2015	2016	2017
Signature Cameroun: 24 septembre 2014											

Figure 58. Négociations et réunions du CNI: Décision CA/PNUE: février 2009 à Nairobi (Kenya); Open Ended Working Group (OEWG): octobre 2009 (à Bangkok, Thaïlande) ; CNI-1: juin 2010 (à Stockholm); CNI-2: janvier 2011 (au Japon); CNI-3: octobre 2011 (à Nairobi); CNI-4: juin 2012 (en Uruguay); CNI-5: janvier 2013 (à Genève); CNI-6: novembre 2014 (à Bangkok); et CNI-7: mars 2016 (à Amman, Jordanie).

Cette convention constitue un traité international dans le domaine de la chimie et des déchets de produits chimiques survenu 12 ans après l'adoption de la Convention de Stockholm (2001). La référence à 'Minamata' rend un hommage particulier aux nombreuses victimes sinistrées par le mercure au Japon à compter de 1932 et dont le désastre pourrait continuer de nos jours.

La Convention de Minamata a été ouverte à la signature du 10 octobre 2013 au 9 octobre 2014 sous l'égide du PNUE, suite à la tenue à Kumamoto (Japon) de la Conférence des Plénipotentiaires sur le Mercure.

b) Objectifs de la Convention de Minamata

Il s'agit d'un outil juridique qui vise à protéger l'environnement, la santé humaine et la biodiversité du mercure, en imposant essentiellement des contrôles et des mesures de réduction de cette substance sur tout son cycle de vie, de la mine (production de métal vierge) au stockage définitif.

(<http://www.mercuryconvention.org/Convention/tabid/5577/language/fr-CH/Default.aspx>)

Cette convention prévoit les dispositions suivantes :

- l'interdiction de toute extraction minière de mercure dès l'entrée en vigueur du traité pour les nouvelles mines, et dans un délai de 15 ans après ratification par les Parties pour les exploitations existantes ;
- le contrôle des échanges commerciaux avec l'établissement d'une procédure de « consentement écrit » ;
- la fixation de listes évolutives d'interdiction à partir de 2018, ou de restriction pour les produits contenant du mercure et les procédés utilisant ce métal ;
- *le contrôle de l'orpaillage artisanal par amalgamation au mercure, qui engage les États qui se déclarent concernés à réaliser des plans nationaux d'action visant à réduire, voire à bannir ces pratiques ;*
- le contrôle des émissions atmosphériques et des rejets de mercure de diverses grandes installations industrielles par l'application des meilleures techniques disponibles et des meilleures pratiques environnementales ;
- la Conférence des Parties devra adopter des dispositions contraignantes sur la gestion des déchets contenant du mercure ;

- un article dédié à la santé prend en considération les aspects sanitaires, ce qui implique et favorise notamment les échanges d'informations, d'actions et de bonnes pratiques à l'échelle mondiale.

Les articles 14, 17 et 24 de la Convention de Minamata appellent aussi à la nécessité de la coordination et la coopération renforcées avec les Conventions précédentes, afin de favoriser l'échange d'informations et d'assurer l'efficacité et la complémentarité de la mise en œuvre des différentes conventions.

En effet, l'article 24 appelle plus particulièrement à une coopération renforcée des secrétariats des différentes conventions.

Comme pour les trois autres conventions de Stockholm, de Bale et de Rotterdam, c'est le Programme des Nations Unies pour l'Environnement qui assurera le Secrétariat de la Convention de Minamata. Il contribuera également à une aide aux pays en voie de développement pour la gestion de leurs rejets de mercure.

c) Entrée en force de la Convention de Minamata

Conformément à l'article 31 de la Convention, celle-ci entrera en vigueur le 90^{ème} jour après le dépôt du cinquantième instrument de ratification. Le cap des 50 ratifications a été franchi le 18 mai 2017, suite au dépôt de l'Union Européenne et de sept de ses États membres (Bulgarie, Danemark, Hongrie, Malte, Pays-Bas, Roumanie et Suède) de leurs instruments de ratification au siège de l'ONU à New York, portant directement à 52 le nombre de futures Parties. L'entrée définitive en vigueur a déjà été fixée au 16 août 2017.

Pour commémorer cette étape historique, le PNUE, le Ministère de l'Environnement du Japon, la Préfecture de Kumamoto, et la Cité de Minamata ont organisé la cérémonie pour célébrer cet événement tout en portant symboliquement la "Voix de Minamata" à l'entrée en vigueur de ladite convention, à la cité sinistrée même de Minamata, Préfecture de Kumamoto, Japon. Ce fût le 18 Août 2017 dernier.

La première Conférence des Parties à cette convention s'est tenue du 24 au 29 Septembre 2017 à Genève, en Suisse, et la deuxième se tiendra du 19 au 23 novembre 2018 au Centre International de Conférences de Genève, en Suisse. La Conférence sera précédée le 18 novembre 2018 de réunions préparatoires des groupes régionaux et d'autres groupes.

D. Conséquences administratives et juridiques pour le Cameroun

La future ratification de la Convention de Minamata impliquera au niveau international, la participation du Cameroun aux Conférences des Parties à la Convention, aux réunions ad-hoc d'experts internationaux, et aux réunions du Comité de Conformité de la Convention de Minamata. Les experts nationaux en charge des négociations de ce traité doivent continuer à suivre les travaux.

La ratification programmée impliquera au niveau national, une charge administrative quant à l'élaboration de procédures de consentement mutuel lors d'importations ou d'exportations de mercure, et aux communications régulières au titre des dispositions de l'article 21 sur la mise en œuvre de cette convention, dont les procédures ont été définies à la Première Conférence des Parties.

La signature de la Convention de Minamata acquise au 14 Septembre 2014 et le prochain acte de ratification de ladite convention par le Cameroun viendront renforcer cette juridiction internationale.

ANNEXE 4: CONTEXTE BIOPHYSIQUE DE L'ETUDE

a) Climat

Le climat du Cameroun est influencé par les masses d'air, l'éloignement de la mer, le relief et le vent. Ces facteurs permettent de distinguer deux grands domaines climatiques.

- **Le domaine équatorial** : Il est caractérisé par des précipitations abondantes, des températures élevées et constantes entraînant une amplitude thermique faible et une végétation se dégradant au fur et à mesure que l'on s'éloigne de l'équateur. Ce climat comporte deux nuances :
 - **type Guinéen** : il règne sur une partie de la côte et sur le plateau Sud-camerounais et comporte quatre saisons bien tranchées ;
 - **type Camerounien** : il règne au voisinage du Mont Cameroun, s'étend jusqu'à l'embouchure de la Sanaga, et englobe les hauts plateaux de l'Ouest, avec une surabondance des pluies en une seule saison annuelle de neuf mois.

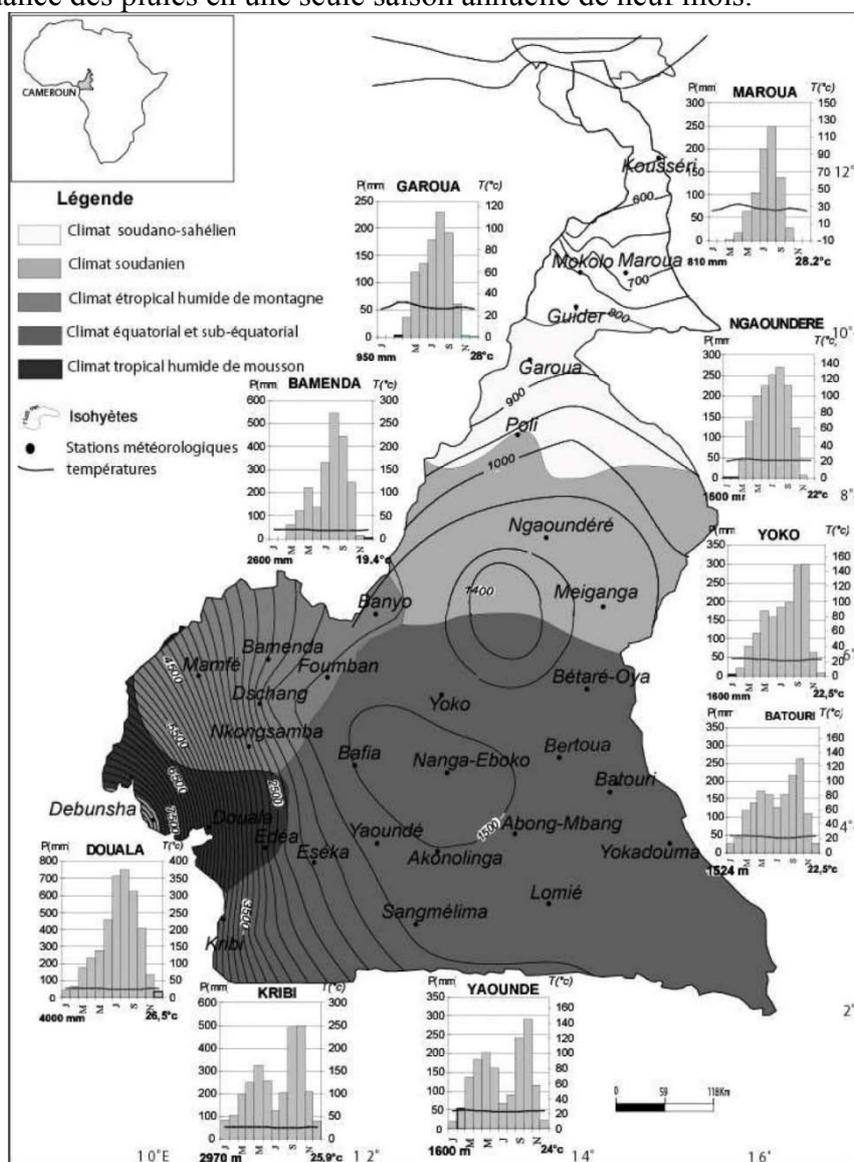


Figure 59. Zones climatiques, spatialisation des précipitations et diagramme ombro-thermique de quelques stations météorologiques du Cameroun.

- **Le domaine tropical** : Il comporte deux nuances :

- **type tropical soudanien** : à températures élevées et à pluies peu abondantes en deux saisons : une pluvieuse de sept mois (très torride de mai à juin et de juillet à octobre, très fraîche et humide), et une sèche de cinq mois (fraîche de novembre à janvier) ;
- **type tropical sahélien** : à températures élevées et à pluies irrégulières, en deux saisons : une sèche de décembre à janvier, et une pluvieuse.

Les zones étudiées subissent un climat variant de tropical au Sud des Régions du Sud et de l'Est à subtropical plus au Nord, subtropical pour le Centre, et soudanien pour la Région de l'Adamaoua

b) Reliefs et hydrographie

Les reliefs du Cameroun peuvent être divisés en quatre grands ensembles, organisés autour de la dorsale camerounaise, ensemble de hauts sommets disposés en ligne et courant d'Est en Ouest, qui culminent au Mont Cameroun, au bord de l'Océan Atlantique.

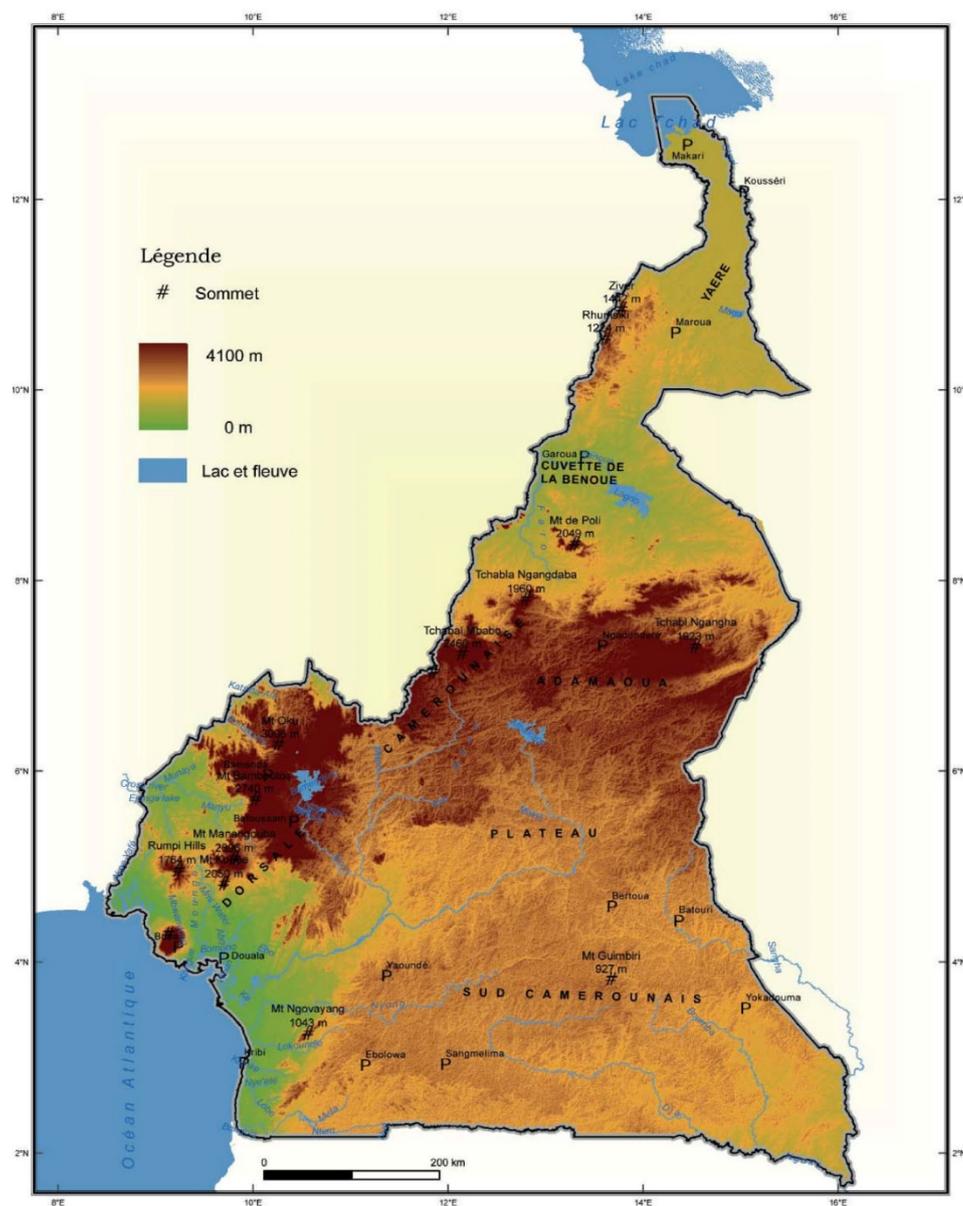


Figure 60. Carte de la répartition des reliefs du Cameroun.

- Les basses terres du Nord sont globalement divisées en deux par les retombées des Monts Mandara : les plaines inondables des Yayrès et la plaine du Diamaré rejoignent les plaines du Tchad, tandis que plus au Sud, la Cuvette de la Bénoué s'encaisse entre des plateaux et des massifs granitiques ou volcaniques ;
- La dorsale proprement dite comporte du Nord au Sud :
 - les Monts Mandara au Nord, culminent au Cameroun à 1442 m ; reliefs à forte pente, constitués d'inselbergs et de culots de lave ;
 - le plateau de l'Adamaoua est un vaste bloc de socle soulevé, ponctué de petits volcans. Organisé en gradins de 900 à 1500 mètres, il domine la cuvette de la Bénoué de façon abrupte (falaise de Ngaoundéré), mais descend graduellement au Sud vers le plateau Sud-camerounais. Ce plateau est entouré à l'Ouest et au Nord de hauts reliefs (Monts Mambila, culminant à 2460 m au Tchabal Mbabo, Monts de Poli.) ;
 - Les hautes terres de l'Ouest constituent un ensemble de plateaux étagés et de hauts reliefs volcaniques. Trois plateaux principaux sont reconnus : le plateau bamiléké (1400-1800m), le plateau bamoun (1100-1200m) et les Grassfields (1500-2000m) sont séparés par de grands escarpements. Une série de hauts reliefs volcaniques : Mont Oku (3008 m), Mont Bamboutos (2740m), Mont Manengouba (2396 m), culmine et prend fin sur la côte atlantique avec le Mont Cameroun (4095m).
- Le plateau Sud-camerounais, d'une altitude de 650 et 900 mètres, couvre environ le tiers de la superficie du pays, de l'Est, au Sud, encadrant une étroite plaine littorale. Relief monotone ponctué de quelques rares inselbergs autour de Yaoundé, il s'incline faiblement en direction de la cuvette congolaise.
- Les plaines côtières, d'une profondeur maximale de 360 km ; elles s'étendent le long de la frontière nigériane au Nord-Ouest (cuvette de Mamfé), se rétrécissent aux abords du Mont Cameroun, s'évasent dans le bassin sédimentaire de Douala, et se prolongent en un mince cordon jusqu'à la frontière de la Guinée équatoriale.

Le Cameroun est drainé par des cours d'eau de dimension moyenne. La répartition et le régime des fleuves et rivières subissent l'influence du climat.

Les bassins et fleuves.

Les fleuves sont à l'image des traits physiques du pays. Quatre (4) bassins hydrauliques et leurs fleuves sont identifiés :

- bassin de l'Atlantique : les fleuves sont le Wouri, le Nkam, le Noun, et la Sanaga située à Edéa, fleuve le plus long (920 km) et le plus important du Cameroun) ;
- bassin du Congo : il englobe le Bok, le Lobo, le Sangha, et le Dja ;
- bassin du Niger : il circonscrit le Mayo kebi, la Bénoué, et le Faro ;
- bassin du Tchad : il contient le Logone, la Vina, et le Chari.

Une grande partie des cours d'eaux diverge de la dorsale camerounaise formée par le plateau de l'Ouest et de l'Adamaoua. Les fleuves qui coulent au Sud, la Sanaga, le Lom et la Kadey ont un régime équatorial classique c'est-à-dire un écoulement des hautes eaux pendant la petite et la grande saison de pluies (avril-juin, octobre-novembre).

Les rivières de régime tropical ont un débit contrasté à l'image du climat. Leurs hautes eaux accompagnent la saison de pluies (mai-septembre) et leurs basses eaux, la période sèche (octobre-avril) lorsque le lit est à sec, avec une perte de leurs eaux se perdent dans le sable.

Le réseau hydrographique comporte aussi plusieurs types de plans d'eau :

- les lacs de cratères : ils se trouvent dans les régions qui ont été affectées par le volcanisme (Oku, Tizong, Bini, Barombi) ;
- les lacs de subsistance : dans les basses terres, surtout dans les plaines côtières (Ossa, Dissoni, Ejagal) ;
- les lacs de cuvette : dans les basses terres de l'intérieur du pays ; les lacs Tchad et Fianga s'étendent sur le territoire camerounais et sur celui des pays voisins ;
- les lacs artificiels : des barrages ont créé d'immenses lacs de retenue (Bamendjing sur le Noun, Mbakaou sur le Djerem).

Presque tous les cours d'eau sont coupés par des chutes et des rapides qui servent à de nombreux usages (navigation, irrigation, ...).

c) Relation entre végétation et pédoclimat

La végétation est influencée par les deux grands types de climat, et se présente en deux domaines :

- **domaine Tropical** : où les variations climatiques génèrent :
 - La savane arbustive et arborée : elle couvre le plateau de l'Adamaoua. Elle est formée d'un tapis continu de graminées ou surgissent par endroits des petits massifs d'arbustes et d'arbres. Cette végétation est en partie dégradée par l'action de l'homme par des feux de brousse, des défrichements et cultures, et par le surpâturage ;
 - La savane boisée et les forêts : elles poussent dans la cuvette de la Bénoué. Ce sont des tapis de graminées où la densité des arbres (baobab, acacia, palmier) est très faible. Les arbres sont séparés par des surfaces herbeuses de plus en plus étendues. Une prairie pousse dans la vallée du Logone qui est inondée pendant une partie de l'année.
- **domaine Equatorial** : C'est le domaine de forêt dense. Cette forêt ombrophile recouvre l'ensemble du plateau Sud-camerounais et les basses terres côtières. La destruction de la forêt dense par le feu et les défrichements laissent place à une forêt secondaire. On y trouve aussi des galeries forestières le long des cours d'eau. En transition vers l'océan, elle se transforme en mangrove.

Au plan morphostructural, le Cameroun présente des surfaces de pénéplaines à érosion bien individualisée, datant du début du Paléozoïque. La surface d'érosion de la région de Douala s'élève graduellement vers l'intérieur et atteint l'altitude de 300-350m. Elle est occupée par une forêt dense ombrophile et des sols ferrallitiques. Une autre surface intérieure occupe le Centre et le Sud du pays, avec une altitude de 600 et 800m, toujours à sols ferrallitiques.

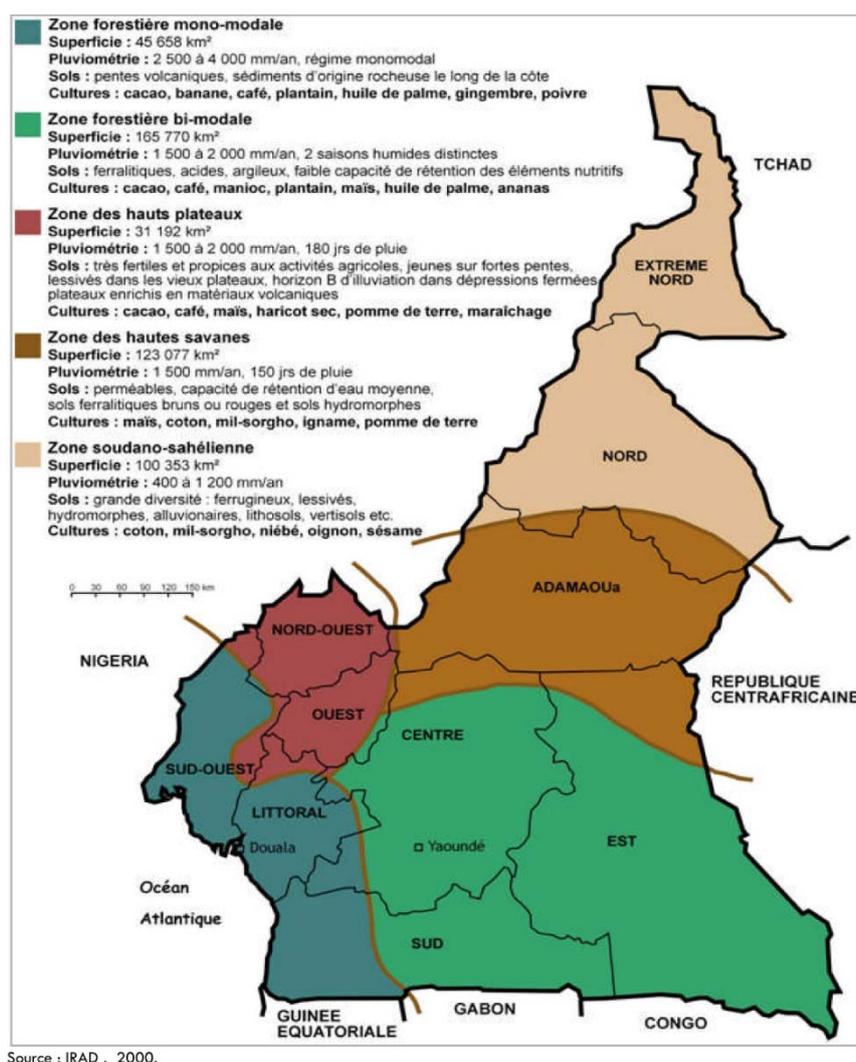


Figure 61. Zonage agro-écologique, types de sols et relation avec le climat et les variations régionales de pluviosité

Ces sols sont fréquemment remaniés ou indurés. Au centre du pays, deux plateaux occupent la zone de l'Adamaoua. L'un culminant à 1000-1200m est occupé par des sols ferrallitiques, et l'autre, à 1200-1400m d'altitude, comporte des cuirasses souvent bauxitiques. A ce dernier on peut rapprocher celui du Bamileke dans l'Ouest. Au Nord de l'Adamaoua, s'étend la plaine de la Bénoué qui s'abaisse de 550 d'altitude jusqu'à 180m à Garoua. Dans cette plaine, les sols sont ferrugineux tropicaux, hydromorphes, halomorphes ou des vertisols.

Au Nord du plateau Kapsiki, s'étend la cuvette tchadienne aux sols analogues à ceux de la Bénoué.

Ces données sont tirées des écrits de Segalen Pierre sur les sols et la géomorphologie du Cameroun. Cahiers ORSTOM. Série Pédologie, 5 (2), 137-187. ISSN 0029-7259 en 1967.).

d) Géologie dynamique et héritage de la tectonique des plaques

La géologie dynamique et minière du Cameroun est complexe. Elle comporte des terrains cristallins du Précambrien qui sont dominants, et des terrains sédimentaires et magmatiques du Phanérozoïque, relevant des Périodes du Cambrien à Ordovicien et du Crétacé post-Aptien, à affleurements très restreints en superficie. L'histoire géologique des zones d'étude se résume comme suit.

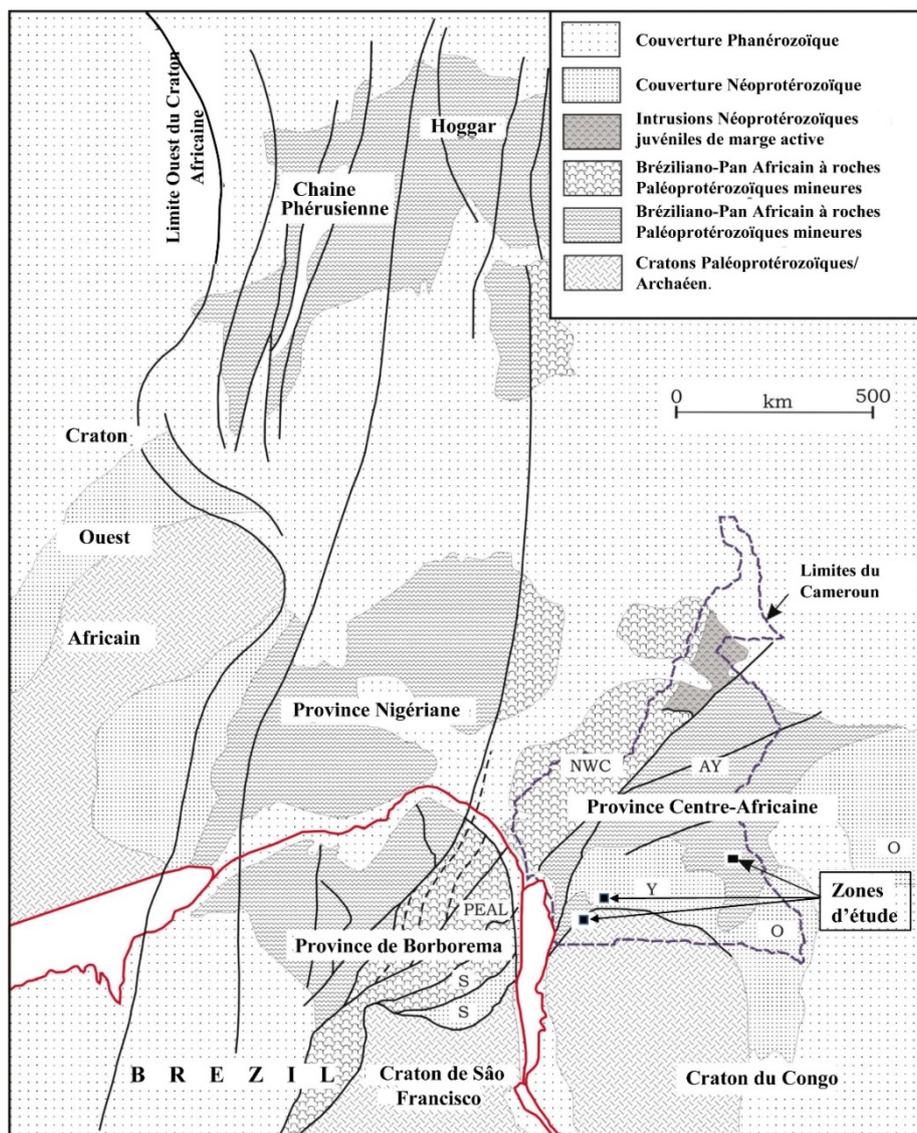


Figure 62. Reconstruction des terrains du Gondwana et corrélations entre l'Afrique Centrale de l'Ouest et le Nord-Est du Brésil (d'après van Schmus et al., 2008). La ligne rouge marque la limite de partage des continents. NWC : domaine Nord-Ouest Camerounais ; AY : région de l'Adamaoua-Yadé , Y : Yaoundé et environs ; O : Chaîne plissée d'Oubaguide ; PEAL : domaine Pernambuco-Alagoas ; S : domaine de Sergipano .

La zone de Batouri, Bertoua et Bétaré-Oya est située dans le domaine d'Adamawa-Yadé, domaine central mal défini à bâti rocheux très ancien (3,1 Ga) composé de roches vertes métamorphiques, de métagraywacke, d'une formation ferrifère, de paragneiss à sillimanite et d'amphibolites. Ces faciès cristallins sont conservés en xénolites dans des complexes de felsites (métagranites, migmatites, granodiorites) intrusives plus jeunes.

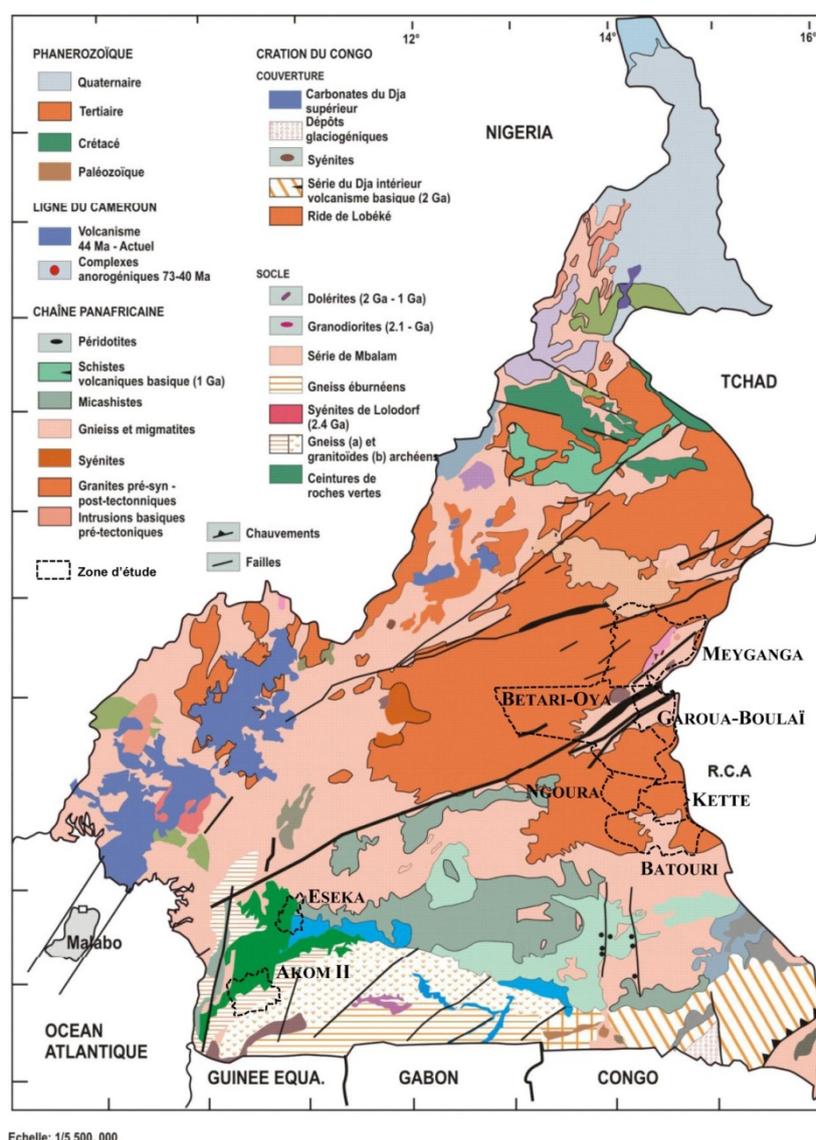


Figure 63. Esquisse géologique du Cameroun d'après Vicat (1998), et situation géographique et géologique des départements d'étude.

Ces faciès dominent aussi le complexe du Ntem au Sud de Yaoundé, caractéristique de la Région du Centre (zones de l'Eseka et du Centre en ce qui nous concerne). Ce complexe est composé de granitoïdes d'âge variant de 2825 à 2800 Ma. Les gneiss et migmatites sont abondants et sont générés par fusion partielle (2700-2600 Ma) de terrains du socle. Des dykes transversaux de dolérite représentent la dernière phase d'activité magmatique.

Le complexe du Ntem s'est déformé en quatre épisodes : (1) la foliation verticale et l'étirement engendrent la mise en place de granites Mésoarchéens ; (2) le cisaillement senestre orientées N 0°-45°E, est contemporain de la mise en place des granitoïdes et de la formation ferrifère, datant du Néo-Archéen. (3) le complexe du Ntem subit un métamorphisme régional associé à l'orogénèse Eburnéenne-Transamazonienne. (4) la marge Nord du complexe du Ntem subit un métamorphisme de faible grade lié à l'orogénèse Panafricaine (750 à 600 Ma).

Plus à l'Ouest du complexe du Ntem, affleure la série Paléoproterozoïque du Nyong qui fait partie de la ceinture Transamazonienne du Paléoproterozoïque, et qui s'étendait autrefois de l'Afrique centrale occidentale au Nord-Est du Brésil. Ces terrains et le craton du Congo plus à l'Ouest constituent le socle Précambrien du Cameroun, et couvrent environ 80% de la superficie du Pays.

Le Craton du Congo affleure dans le Sud du pays, tandis que la Ceinture Mobile Centrafricaine affleure plus au Nord. Ces domaines enregistrent une histoire crustale qui s'étend de la période Mésoarchéenne (≈ 3000 Ma) au Néoprotérozoïque (580 Ma). Des domaines analogues sont reconnus outre-Atlantique dans le coin Nord-Est du Brésil (Province de Borborema).

La chaîne Centre-Africaine est une ceinture de collision majeure qui s'étend des limites orientales du Craton Ouest-Africain jusqu'en Afrique orientale. L'évolution de cette ceinture est mal définie. Elle se serait formée par collision Néoprotérozoïque du Craton Ouest-Africain avec le craton du Congo dans la période 670 à 545 Ma, accompagnée de métamorphisme de haut grade, de magmatisme calco-alcalin, et de la formation de molasses. Trois domaines lithostructuraux ont été identifiés dans la ceinture plissée Panafricaine au Cameroun : domaines de Yaoundé, d'Adamawa-Yadé et celui du Nord-Ouest.

Le domaine de Yaoundé consiste en une grande nappe tectonique qui a été poussée vers le Sud sur le craton du Congo par la collision Panafricaine entre 616 et 580 Ma. Ce domaine est analogue aux nappes de Gbayas et de Sergipano en République Centrafricaine et au Brésil, respectivement. Trois grands groupes (Yaoundé, Mbalmayo et Bafia) ont été identifiés dans ce domaine. Des roches métasédimentaires et métaplutoniques dominent les groupes de Yaoundé et Mbalmayo, alors que le groupe Bafia est peu étudié. Les intrusions tardives ou postérieures à la déformation sont absentes dans le groupe de Yaoundé. Les roches métasédimentaires proviendraient de sources juvéniles Paléoprotérozoïques et Néoprotérozoïques situées au Sud du domaine de l'Adamawa-Yadé. Ces roches n'auraient pas plus de 626 Ma.

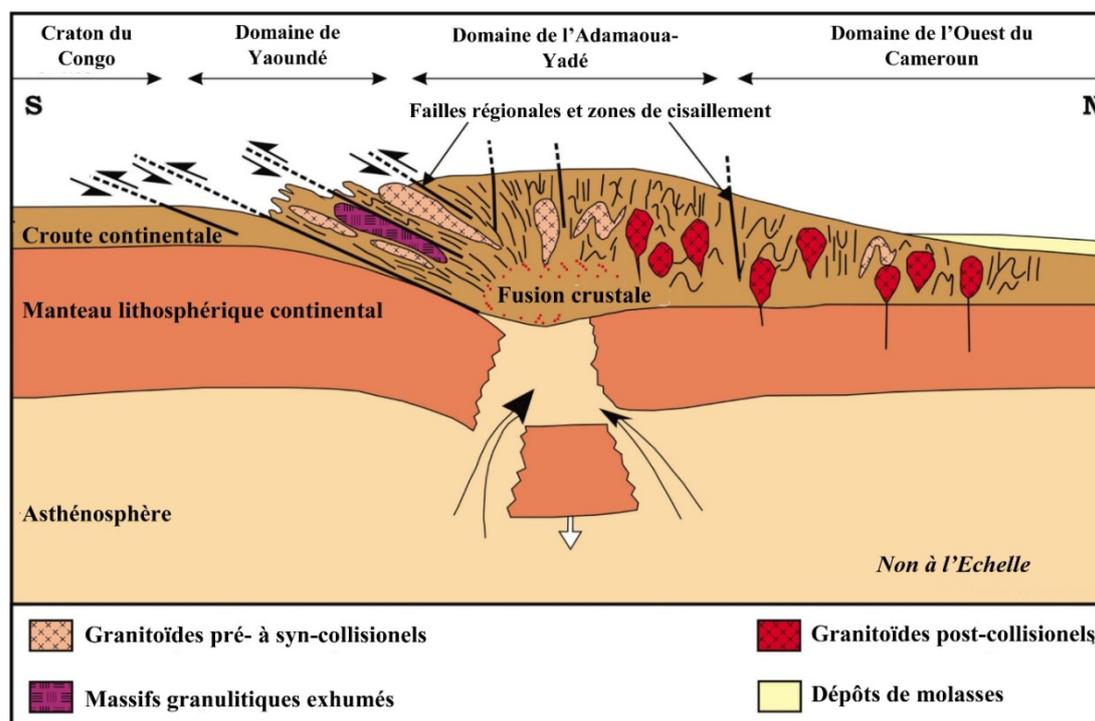


Figure 64. Esquisse d'un modèle de l'étape post-collisionnelle de la chaîne plissée Centre-Africaine et du Craton du Congo. Les mouvements convectifs de l'asthénosphère apportent un excès de chaleur à la croûte continentale inférieure qui génère des magmas granitiques calco-alcalins riches en K (d'après Toteu et al., 2004).

Le domaine de l'Adamawa-Yadé s'étend à l'Est de la faille de Tcholliré-Banyo. Il est dominé par des granitoïdes à haut-K, calco-alcalins (640-610 Ma), syn- à post-collisionnels qui recoupent des gneiss de haut grade. Ce domaine est traversé par de grandes failles régionales

dirigées en NE, constituant l'extension des principales zones de cisaillement du Nord-Est du Brésil. Ce domaine contient : (1) de grands blocs supracrustaux de roches métasédimentaires et orthogneiss du Paléoprotérozoïque avec la contribution d'une croûte Archéenne similaire au complexe du Ntem, (2) des roches métasédimentaires et métavolcanoclastiques de faible à moyen grade, datant de 612 à 600 Ma, et (3) des granitoïdes tectoniques tardifs de composition transitionnelle et d'origine crustale (640 à 610 Ma)

Le domaine du Nord-Ouest du Cameroun est situé à l'Ouest de la faille de Tchollire-Banyo et s'étend le long de la frontière occidentale du Cameroun jusqu'à l'Est du Nigeria. Il est formé de : (1) schistes et gneiss de moyen à haut grade du Néoprotérozoïque, conservés dans les roches de ≈ 700 Ma de la série de Poli, (2) granitoïdes Panafricains (660-580 Ma), calco-alcalins, pré-syn à post-orogéniques (diorite, granodiorite et granite); (3) granitoïdes alcalins post-orogéniques; et (4) des séquences sédimentaires et volcaniques de faible grade.

Les séries du Phanérozoïque sont constituées de roches plutoniques cambriennes à ordoviciennes mal définies affectées par le cycle Calédonien. Le Paléozoïque supérieur, le Trias, le Jurassique et le Crétacé anté-Aptien n'ont pas été déposés. Le reste des séries du Crétacé se déposent avec l'ouverture de l'Océan Atlantique Sud par le Sud, à partir de l'Aptien, et continuent jusqu'à la fin du Cénozoïque. Ces séries s'accompagnent aussi de complexes plutoniques tertiaires et de complexes volcaniques tertiaires à récents. Les formations sédimentaires sont spatialement limitées aux bassins côtiers (Rio-del-Rey, Douala et Kribi-Campo) et continentaux (Mamfé, Garoua, Koum, Vina, Mbere et Njerem), où leurs membres les plus anciens (grès de base et conglomérats) recouvrent en discordance les complexes cristallins du socle.

Les complexes plutoniques continentaux, situés le long du tronçon de 1000 km entre le Mont Cameroun et le Lac Tchad, sont composés de gabbro, de syénite et de granite alcalin, datant de 66 et 30 Ma.

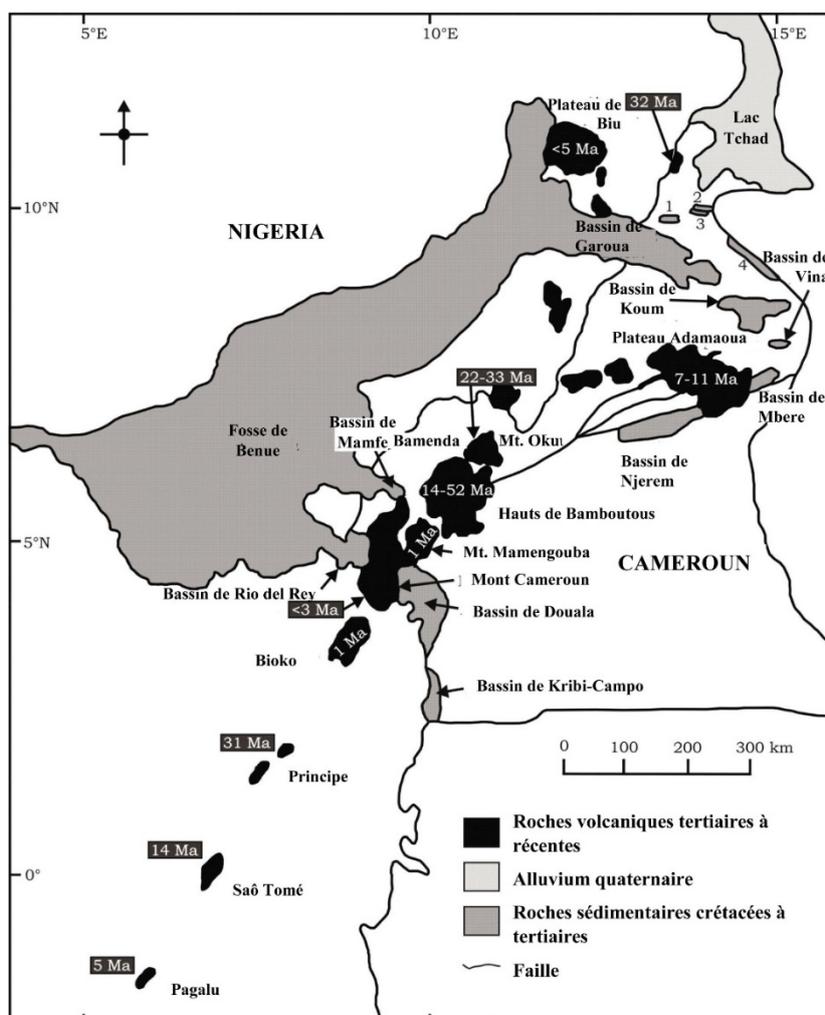


Figure 65. Ligne Volcanique du Cameroun, âges des volcans et principaux bassins sédimentaires (Fitton, 1987; Maurin and Guiraud, 1990; Marzoli et al., 2000; Moundi et al., 2007). Petits bassins : 1: Hama Koussou, 2: Figuil, 3: Mayo Oulo, 4: Lame.

Cette Ligne Volcanique du Cameroun (LVC) a débuté à 52 Ma et se poursuit jour. Les édifices volcaniques varient de basaltiques et néphélinitiques, à trachytiques et rhyolitiques. Le segment continental comprend de grands strato-volcans et des massifs volcaniques de type central, avec des calderas occasionnelles, des plaines effondrées occupées par des volcans monogénétiques et des coulées de basaltes inondables, ainsi que des necks et des bouchons volcaniques.

La LVC qui s'allonge selon une direction N30°E depuis l'île de Pagalu dans l'océan Atlantique jusqu'au Lac Tchad, se serait développée suite à une remontée du manteau le long d'une zone de fracture lithosphérique après extension intracontinentale. Le seul volcan encore en activité est le Mont Cameroun dont les récentes éruptions remontent à mars-avril 1999 et à juin 2000.

ANNEXE 5: FICHES D'ENQUÊTE

Réalisation d'une Enquête sur l'Utilisation du Mercure dans le Secteur de la
Mine Artisanale et la Petite Mine au CAMEROUN

QUESTIONNAIRE

A retourner à :

COMETE International
Immeuble COMETE, Avenue Hedi Karray, Tunis 1082, Tunisie
Tél : +216 31 307 800

La fiche d'enquête peut comporter certaines rubriques ne vous concernant pas et qu'il est donc inutile de remplir. Toutes pièces peuvent être jointes à l'appui des réponses.

Nom de l'établissement, adresse, téléphone :

Personne à contacter (nom, Tél, fax, e-mail) :

I- SOCIETES ARTISANAT SEMI-MECANISES/RESPONSABLE DE CHANTIER/CAPAM

NOM SOCIETE OU CHANTIER MINIER	
Type d'activité (Mission)	
Taux d'activité en 2017	Quantité totale d'Or produite en utilisant cette technique : (Kg/an)
Le nombre de mineurs engagés pour cette activité	mineurs
Présence et usage des cornues	
Le nombre de mineurs utilisant des cornues pour limiter les rejets atmosphériques et permettre un recyclage interne du mercure	mineurs
Le pourcentage de mineurs qui utilisent le mercure pour amalgamer l'or ou l'argent de tous les gisements, par opposition à ceux qui concentrent les gisements d'abord, pour pratiquer ensuite l'extraction du mercure à partir du concentré aurifère.	%
Quantité de mercure utilisée par gramme ou kilogramme d'or extrait.	Gramme Hg Kg Hg
Présence d'impuretés naturelles de mercure dans le gisement	Oui, combien ? ; Non.....
Réduction des émissions atmosphériques	
Utilisation des cornues lors de l'évaporation de l'amalgame	Oui..... ; Non.....

II- COLLECTEURS

Quantité d'or collecté par jour et prix	
Forme de l'or collecté	Poudre <input type="checkbox"/> Paillette <input type="checkbox"/> Pépite <input type="checkbox"/> Lingot <input type="checkbox"/> Or mercure <input type="checkbox"/>
Perception risque mercuriel	

III- STRUCTURES SANITAIRES

Nombre de malades en 2017	
Nombre de malades orpailleurs reçus en 2017	
Causes fréquentes de consultations	
Symptômes les plus récurrents	Troubles respiratoires <input type="checkbox"/> Toux <input type="checkbox"/> Paludisme <input type="checkbox"/> Diarrhée <input type="checkbox"/> Tremblote <input type="checkbox"/> Douleurs musculaires <input type="checkbox"/> Autres <input type="checkbox"/>
Nombre de malades reçus pour cas d'intoxication au mercure	
Méthodes de traitement utilisées	
Information des autorités compétentes sur les risques sanitaires encourus dans le cas de l'usage du mercure dans les chantiers et stratégies adoptées	

Remarque : Par exemple si le mercure est utilisé pour extraire l'or du gisement, et que l'on n'a pas recours au procédé de récupération, alors la proportion de la quantité de mercure utilisé par rapport à la quantité d'or extrait (Hg utilisé : Au extrait) est $> 3 : 1$ (c'est à dire qu'on utilise plus de 3 kg de Hg par 1 kg d'or extrait). Si le mercure n'est utilisé que sur les parties concentrées (au lieu de l'ensemble ou tout-venant des gisements), le ratio est de $1 : 1$

Selon Lacerda 65 à 87 % du mercure Hg seraient émis dans l'atmosphère, et le reste serait rejeté dans le sol et les eaux (Lacerda 1997, cité par le PNUE, 2002).

L'ONUDI recommande l'approche qui est décrite ci-dessous et qui consiste à faire des estimations des rejets du mercure spécifiques au site.

- Dans les opérations minières, interroger les mineurs peut donner de bonnes informations sur la quantité du mercure perdu. Les suggestions suivantes ont été fournies par l'ONUDI (ONUDI, 2003) :
- Interroger les propriétaires de l'opération qui sont chargés de fournir les quantités de mercure (Hg), de même que d'autres produits de consommation ;
- Obtenir les coûts et quantités de tous les produits de consommation, tels que diesel, tapis, savon, Hg, etc. ; s'assurer qu'on a la quantité exacte du mercure acheté toutes les semaines ou tous les mois ;
- Interroger les propriétaires autant que possible pour vérifier que toutes les données concordent ;
- Vérifier que les mineurs donnent des informations exactes sur la quantité (et le coût) des produits de consommation par jour ou par mois, par unité ou par groupe d'unités. La même

vigilance doit être observée pour avoir des informations sur les quantités d'or produites par jour, ou par semaine, ou même par mois ;

- Obtenir les évaluations sur la production de l'or en saison sèche et pendant la saison des pluies ;
- Evaluer la production de l'or de manière aussi précise que possible (les mineurs peuvent parfois exagérer sur les quantités ;
- Si possible, demander la permission d'évaluer l'opération et de peser le mercure introduit pour l'amalgamation, et celui à récupérer ;
- Evaluer le résidu de l'amalgamation et l'analyse du mercure, connaître le poids des résidus par jour ainsi que la concentration du mercure correspondante. il est possible de calculer la quantité de mercure perdue quand les résidus sont déversés ;
- Si des cornues ne sont pas utilisés, évaluer le poids du produit d'amalgamation avant le passage au feu, et après le passage au feu ;
- S'ils sont utilisés, déterminer le poids de l'amalgamation avant l'utilisation des retors et après, de même qu'avec le mercure récupéré. Ceci peut donner une idée sur le mercure résiduel ;
- Vérifier que le bilan du mercure approché par l'échantillonnage et l'analyse, correspond à la quantité de mercure achetée et fournie par les mineurs.

ENQUETE SUR L'UTILISATION DU MERCURE DANS LE SECTEUR DE LA MINE ARTISANALE ET LA PETITE MINE AU CAMEROUN

FICHE D'ENQUETE

SECTION I : Identification de l'enquêté

Date de collecte :	
Région :	
Département :	
Arrondissement :	
Village/Site :	
Milieu :	Secteur minier : Population riveraine :
<u>Agent ayant rempli le questionnaire</u>	
Nom et prénoms :	
Signature :	
<u>Agent de contrôle et codification</u>	<u>Agent de saisie</u>
Nom	Nom
Prénoms	Prénoms
Date de contrôle	Date de contrôle
signature	signature
<u>Observations</u>	

QUESTIONNAIRE - COLLECTEUR

I. Données sociodémographiques

Nom(s) et prénom(s) de l'enquêté :

District d'enquête :

Numéro d'identification :

Date de naissance :

Jour

Mois

Année

Sexe : M F

Pays de naissance :

Ville de naissance :

Ethnie :

Langue :

Nationalité :

Religion :

Téléphone :

II. Informations liées à l'activité

Quantité d'or collecté par jour et prix	
Forme de l'or collecté	Poudre <input type="checkbox"/> Paillette <input type="checkbox"/> Pépité <input type="checkbox"/> Lingot <input type="checkbox"/> Or mercure <input type="checkbox"/>
Perception risque mercuriel	
Origine et quantité du mercure	

ENQUETE SUR L'UTILISATION DU MERCURE DANS LE SECTEUR DE LA MINE ARTISANALE ET LA PETITE MINE AU CAMEROUN

FICHE D'ENQUETE

SECTION I : Identification de l'enquêté

Date de collecte :	
Région :	
Département :	
Arrondissement :	
Village/Site :	
Milieu :	Secteur minier : Population riveraine :
<u>Agent ayant rempli le questionnaire</u>	
Nom et prénoms :	
Signature :	
<u>Agent de contrôle et codification</u>	<u>Agent de saisie</u>
Nom	Nom
Prénoms	Prénoms
Date de contrôle	Date de contrôle
signature	signature
<u>Observations</u>	

QUESTIONNAIRE – STRUCTURE SANTE

Nombre de malades en 2017	
Nombre de malades orpailleurs reçus en 2017	
Causes fréquentes de consultations	
Symptômes les plus récurrents	Troubles respiratoires <input type="checkbox"/> Toux <input type="checkbox"/> Paludisme <input type="checkbox"/> Diarrhée <input type="checkbox"/> Tremblote <input type="checkbox"/> Douleurs musculaires <input type="checkbox"/> Autres <input type="checkbox"/>
Nombre de malades reçus pour cas d'intoxication au mercure	
Méthodes de traitement utilisées	
Information des autorités compétentes sur les risques sanitaires encourus dans le cas de l'usage du mercure dans les chantiers et stratégies adoptées	

ENQUETE SUR L'UTILISATION DU MERCURE DANS LE SECTEUR DE LA MINE ARTISANALE ET LA PETITE MINE AU CAMEROUN

FICHE D'ENQUETE

SECTION I : Identification de l'enquêté

Date de collecte :	
Région :	
Département :	
Arrondissement :	
Village/Site :	
Milieu :	Secteur minier : Population riveraine :
<u>Agent ayant rempli le questionnaire</u>	
Nom et prénoms :	
Signature :	
<u>Agent de contrôle et codification</u>	<u>Agent de saisie</u>
Nom	Nom
Prénoms	Prénoms
Date de contrôle	Date de contrôle
signature	signature
<u>Observations</u>	

QUESTIONNAIRE - ADULTE

I. Données sociodémographiques

Nom(s) et prénom(s) de l'enquêté :

District d'enquête :

Numéro d'identification :

Date de naissance :

 Jour Mois Année

Sexe : M F

Pays de naissance :

Ville de naissance :

Ethnie :

Langue :

Nationalité :

Religion :

Téléphone :

II. Profession et état de santé

Coordonnées Géographiques du site

Occupez-vous actuellement une profession ?

Oui Non

Si Oui, laquelle ?

Depuis quelle date ?

Avez-vous déjà participé à des activités d'orpaillage ou de traitement de l'or ?

Si oui,

Quel travail ?

A quel endroit ?

Quand ?

		Année début	Année fin
.....
.....

Avez-vous déjà été intoxiqué ?

Oui Non

Si Oui, quel traitement avez-vous suivi ?

Avez-vous été complètement guéris selon vous ?

Avez-vous senti des légers tremblements des doigts et parfois du visage ?

Oui Non

Si Oui, quand ?

III. Résidence

Quel quartier ou village habitez-vous actuellement ?

Depuis quelle date ?

Où habitez-vous auparavant ? village, quartier

.....

Période :

Avez-vous vécu au voisinage d'une zone d'orpillage ?

Oui Non

IV. Alimentation

Que mangez-vous constamment ? Poisson Viande légumes fruits Autres

S'il s'agit du poisson, Quel type ?

De mer ?

d'eau douce ?

en conserve ?

Oui Non, jamais Oui Non, jamais Oui Non, jamais

Si oui, lesquels et combien de fois par semaine :

Nom du poisson	Nombre de fois par semaine

Habituellement, est-ce que vous mangez les foies de poissons ?

Oui Non

Si oui, préciser le nombre de fois par semaine :

Nom du poisson	Nombre de fois par semaine

Habituellement, où vous approvisionnez-vous en poissons ? (citer les différents lieux par ordre d'importance)

.....
.....
.....

Avez-vous l'habitude de manger du gibier ?.....

Avez-vous déjà vu un poisson présentant des anomalies.....

Oui Non

Si Oui

Poissons avec écailles sans écailles

Provenant des rivières Etangs Autres

Blessures couleur de la peau formes bizarres Autres

Pour vous ces anomalies sont dues à quoi ?

.....
.....

Si Oui, pour quoi faire ?.....

Selon vous, quels sont les effets du mercure ?.....

Selon vous, le mercure est ?

Mauvais pour la santé Oui Non

Bon pour la santé Oui Non

N'a pas d'effet sur la santé Oui Non

Aimeriez-vous plus d'informations sur le mercure

Oui Non

Sous quelle forme aimeriez-vous recevoir cette information ?

Réunion publique Oui Non

Télévision Oui Non

Radio Oui Non

Journaux Oui Non

Affiches ou tracts Oui Non

Autre (à préciser).....

VIII. Prélèvement de cheveux

Quel traitement avez-vous fait depuis 3 mois sur vos cheveux ?

Défrisage Oui Non

Tissage, rajout, extension Oui Non

Coloration Oui Non

Décoloration Oui Non

Quel est le type de cheveux de l'enquêté ?

De quelle couleur sont les cheveux de l'enquêté ?

De quelle longueur sont les cheveux de l'enquêté ?

ANNEXE 6: RÉSULTATS DES ANALYSES DES EAUX

RAPPORT D'ANALYSE

Dossier N° : 18E087602

Version du : 06/08/2018

N° de rapport d'analyse : AR-18-LK-109775-01

Date de réception : 01/08/2018

Référence Dossier :

N° Ech	Matrice		Référence échantillon
001	Eau souterraine	(ESO)	GbES 28
002	Eau souterraine	(ESO)	GbES 27
003	Eau souterraine	(ESO)	GbES 25
004	Eau souterraine	(ESO)	GbES 29
005	Eau souterraine	(ESO)	GbES 26
006	Eau souterraine	(ESO)	GbES 30
007	Eau souterraine	(ESO)	ESES43
008	Eau souterraine	(ESO)	ESES44
009	Eau souterraine	(ESO)	AKES40
010	Eau souterraine	(ESO)	AKES42
011	Eau souterraine	(ESO)	ESES45
012	Eau souterraine	(ESO)	N9ES 13
013	Eau souterraine	(ESO)	N9ES 9
014	Eau souterraine	(ESO)	N9ES9B
015	Eau souterraine	(ESO)	N9ES8
016	Eau souterraine	(ESO)	N9ES8B
017	Eau souterraine	(ESO)	W9ES12
018	Eau souterraine	(ESO)	W9ES15
019	Eau souterraine	(ESO)	NGES11
020	Eau souterraine	(ESO)	N9ES10
021	Eau souterraine	(ESO)	N9ES14
023	Eau souterraine	(ESO)	MeES3
024	Eau souterraine	(ESO)	MeES39
025	Eau souterraine	(ESO)	MeES32
026	Eau souterraine	(ESO)	MeES36
027	Eau souterraine	(ESO)	MeES34
028	Eau souterraine	(ESO)	MeES37
029	Eau souterraine	(ESO)	MeES31
030	Eau souterraine	(ESO)	MeES38
031	Eau souterraine	(ESO)	MeES35
032	Eau souterraine	(ESO)	BeES6
033	Eau souterraine	(ESO)	BgES1
034	Eau souterraine	(ESO)	KeES4
035	Eau souterraine	(ESO)	ZaES2
036	Eau souterraine	(ESO)	ZeES5
037	Eau souterraine	(ESO)	ZeES7
038	Eau souterraine	(ESO)	ZaES3
039	Eau souterraine	(ESO)	ZaES3b
040	Eau souterraine	(ESO)	ZoES24
041	Eau souterraine	(ESO)	BoES21
042	Eau souterraine	(ESO)	B0ES22
043	Eau souterraine	(ESO)	B0ES20b
044	Eau souterraine	(ESO)	B0ES16

RAPPORT D'ANALYSE**Dossier N° : 18E087602**

Version du : 06/08/2018

N° de rapport d'analyse : AR-18-LK-109775-01

Date de réception : 01/08/2018

Référence Dossier :

045	Eau souterraine	(ESO)	B0ES23
046	Eau souterraine	(ESO)	B0ES20
047	Eau souterraine	(ESO)	B0ES17
048	Eau souterraine	(ESO)	B0ES18
049	Eau souterraine	(ESO)	B0ES16b
050	Eau souterraine	(ESO)	B0ES19
051	Eau souterraine	(ESO)	AKES41

RAPPORT D'ANALYSE

Dossier N° : 18E087602

Version du : 06/08/2018

N° de rapport d'analyse : AR-18-LK-109775-01

Date de réception : 01/08/2018

Référence Dossier :

N° Echantillon

Référence client :

Matrice :

Date de prélèvement :

Date de début d'analyse :

001**GbES 28
ESO****002****GbES 27
ESO****003****GbES 25
ESO****004****GbES 29
ESO****005****GbES 26
ESO****006****GbES 30
ESO**

03/08/2018

03/08/2018

03/08/2018

03/08/2018

03/08/2018

03/08/2018

Métaux

DN225 : **Mercuré (Hg)**

µg/l

* <0.20

* <0.20

* <0.20

* <0.20

* <0.20

* <0.20

RAPPORT D'ANALYSE

Dossier N° : 18E087602

Version du : 06/08/2018

N° de rapport d'analyse : AR-18-LK-109775-01

Date de réception : 01/08/2018

Référence Dossier :

N° Echantillon

Référence client :

Matrice :

Date de prélèvement :

Date de début d'analyse :

007**ESES43****ESO**

03/08/2018

008**ESES44****ESO**

03/08/2018

009**AKES40****ESO**

03/08/2018

010**AKES42****ESO**

03/08/2018

011**ESES45****ESO**

03/08/2018

012**N9ES 13****ESO**

03/08/2018

Métaux

DN225 : **Mercuré (Hg)**

µg/l

* <0.20

* <0.20

* <0.20

* <0.20

* <0.20

* <0.20

RAPPORT D'ANALYSE

Dossier N° : 18E087602

Version du : 06/08/2018

N° de rapport d'analyse : AR-18-LK-109775-01

Date de réception : 01/08/2018

Référence Dossier :

N° Echantillon

Référence client :

Matrice :

Date de prélèvement :

Date de début d'analyse :

013**N9ES 9****ESO**

03/08/2018

014**N9ES9B****ESO**

03/08/2018

015**N9ES8****ESO**

03/08/2018

016**N9ES8B****ESO**

03/08/2018

017**W9ES12****ESO**

03/08/2018

018**W9ES15****ESO**

03/08/2018

Métaux

DN225 : **Mercuré (Hg)**

µg/l

* <0.20

* <0.20

* <0.20

* <0.20

* <0.20

* <0.20

RAPPORT D'ANALYSE

Dossier N° : 18E087602

Version du : 06/08/2018

N° de rapport d'analyse : AR-18-LK-109775-01

Date de réception : 01/08/2018

Référence Dossier :

N° Echantillon

Référence client :

Matrice :

Date de prélèvement :

Date de début d'analyse :

019**NGES11****ESO**

03/08/2018

020**N9ES10****ESO**

03/08/2018

021**N9ES14****ESO**

03/08/2018

023**MeES3****ESO**

03/08/2018

024**MeES39****ESO**

03/08/2018

Métaux

DN225 : **Mercuré (Hg)**

µg/l

* <0.20

* <0.20

* <0.20

* <0.20

* <0.20

RAPPORT D'ANALYSE

Dossier N° : 18E087602

Version du : 06/08/2018

N° de rapport d'analyse : AR-18-LK-109775-01

Date de réception : 01/08/2018

Référence Dossier :

N° Echantillon

Référence client :

Matrice :

Date de prélèvement :

Date de début d'analyse :

025**MeES32****ESO**

03/08/2018

026**MeES36****ESO**

03/08/2018

027**MeES34****ESO**

03/08/2018

028**MeES37****ESO**

03/08/2018

029**MeES31****ESO**

03/08/2018

030**MeES38****ESO**

03/08/2018

Métaux

DN225 : **Mercuré (Hg)**

µg/l

* <0.20

* <0.20

* <0.20

* <0.20

* <0.20

* <0.20

RAPPORT D'ANALYSE

Dossier N° : 18E087602

Version du : 06/08/2018

N° de rapport d'analyse : AR-18-LK-109775-01

Date de réception : 01/08/2018

Référence Dossier :

N° Echantillon

Référence client :

Matrice :

Date de prélèvement :

Date de début d'analyse :

031**MeES35****ESO**

03/08/2018

032**BeES6****ESO**

03/08/2018

033**BgES1****ESO**

03/08/2018

034**KeES4****ESO**

03/08/2018

035**ZaES2****ESO**

03/08/2018

036**ZeES5****ESO**

03/08/2018

Métaux

DN225 : **Mercuré (Hg)**

µg/l

* <0.20

* <0.20

* <0.20

* <0.20

* <0.20

* <0.20

RAPPORT D'ANALYSE

Dossier N° : 18E087602

Version du : 06/08/2018

N° de rapport d'analyse : AR-18-LK-109775-01

Date de réception : 01/08/2018

Référence Dossier :

N° Echantillon

Référence client :

Matrice :

Date de prélèvement :

Date de début d'analyse :

037**ZeES7
ESO****038****ZaES3
ESO****039****ZaES3b
ESO****040****ZoES24
ESO****041****BoES21
ESO****042****B0ES22
ESO**

03/08/2018

03/08/2018

03/08/2018

03/08/2018

03/08/2018

03/08/2018

Métaux

DN225 : **Mercuré (Hg)**

µg/l

* <0.20

* <0.20

* <0.20

* <0.20

* <0.20

* <0.20

RAPPORT D'ANALYSE

Dossier N° : 18E087602

Version du : 06/08/2018

N° de rapport d'analyse : AR-18-LK-109775-01

Date de réception : 01/08/2018

Référence Dossier :

N° Echantillon

Référence client :

Matrice :

Date de prélèvement :

Date de début d'analyse :

043**B0ES20b****ESO**

03/08/2018

044**B0ES16****ESO**

03/08/2018

045**B0ES23****ESO**

03/08/2018

046**B0ES20****ESO**

03/08/2018

047**B0ES17****ESO**

03/08/2018

048**B0ES18****ESO**

03/08/2018

Métaux

DN225 : **Mercuré (Hg)**

µg/l

* <0.20

* <0.20

* <0.20

* <0.20

* <0.20

* <0.20

RAPPORT D'ANALYSE

Dossier N° : 18E087602

Version du : 06/08/2018

N° de rapport d'analyse : AR-18-LK-109775-01

Date de réception : 01/08/2018

Référence Dossier :

N° Echantillon

Référence client :

Matrice :

Date de prélèvement :

Date de début d'analyse :

049**B0ES16b
ESO****050****B0ES19
ESO****051****AKES41
ESO**

03/08/2018

03/08/2018

03/08/2018

Métaux

DN225 : **Mercuré (Hg)**

µg/l

* <0.20

* <0.20

* <0.20

D : détecté / ND : non détecté

La reproduction de ce document n'est autorisée que sous sa forme intégrale. Il comporte 15 page(s). Le présent rapport ne concerne que les objets soumis à l'essai.

Seules certaines prestations rapportées dans ce document sont couvertes par l'accréditation. Elles sont identifiées par le symbole *.

L'information relative au seuil de détection d'un paramètre n'est pas couverte par l'accréditation Cofrac.

Les résultats précédés du signe < correspondent aux limites de quantification, elles sont la responsabilité du laboratoire et fonction de la matrice.

Tous les éléments de traçabilité sont disponibles sur demande.

Pour les résultats issus d'une sous-traitance, les rapports émis par des laboratoires accrédités sont disponibles sur demande.

Laboratoire agréé par le ministre chargé de l'environnement - se reporter à la liste des laboratoires sur le site internet de gestion des agréments du ministère chargé de l'environnement : <http://www.labeau.ecologie.gouv.fr>

Laboratoire agréé pour la réalisation des prélèvements et des analyses terrains et/ou des analyses des paramètres du contrôle sanitaire des eaux – portée détaillée de l'agrément disponible sur demande.

Laboratoire agréé par le ministre chargé des installations classées conformément à l'arrêté du 11 Mars 2010. Mention des types d'analyses pour lesquels l'agrément a été délivré sur : www.eurofins.fr ou disponible sur demande.


Andréa Golfier

Coordinateur Projets Clients

Annexe technique

Dossier N° : 18E087602

N° de rapport d'analyse :AR-18-LK-109775-01

Emetteur :

Commande EOL :

Nom projet :

Référence commande :

Eau souterraine

Code	Analyse	Principe et référence de la méthode	LQI	Unité	Prestation réalisée sur le site de :
DN225	Mercure (Hg)	SFA / vapeurs froides (CV-AAS) [Minéralisation - Dosage par SFA] - NF EN ISO 17852	0.2	µg/l	Eurofins Analyse pour l'Environnement France

Annexe de traçabilité des échantillons

Cette traçabilité recense les flaconnages des échantillons scannés dans EOL sur le terrain avant envoi au laboratoire

Dossier N° : 18E087602

N° de rapport d'analyse : AR-18-LK-109775-01

Emetteur :

Commande EOL :

Nom projet :

Référence commande :

Eau souterraine

Référence Eurofins	Référence Client	Date&Heure Prélèvement	Code-barre	Nom flacon
18E087602-001	GbES 28			
18E087602-002	GbES 27			
18E087602-003	GbES 25			
18E087602-004	GbES 29			
18E087602-005	GbES 26			
18E087602-006	GbES 30			
18E087602-007	ESES43			
18E087602-008	ESES44			
18E087602-009	AKES40			
18E087602-010	AKES42			
18E087602-011	ESES45			
18E087602-012	N9ES 13			
18E087602-013	N9ES 9			
18E087602-014	N9ES9B			
18E087602-015	N9ES8			
18E087602-016	N9ES8B			
18E087602-017	W9ES12			
18E087602-018	W9ES15			
18E087602-019	NGES11			
18E087602-020	N9ES10			
18E087602-021	N9ES14			
18E087602-023	MeES3			
18E087602-024	MeES39			
18E087602-025	MeES32			
18E087602-026	MeES36			
18E087602-027	MeES34			
18E087602-028	MeES37			
18E087602-029	MeES31			
18E087602-030	MeES38			
18E087602-031	MeES35			
18E087602-032	BeES6			
18E087602-033	BgES1			
18E087602-034	KeES4			
18E087602-035	ZaES2			
18E087602-036	ZeES5			
18E087602-037	ZeES7			
18E087602-038	ZaES3			
18E087602-039	ZaES3b			
18E087602-040	ZoES24			
18E087602-041	BoES21			
18E087602-042	B0ES22			
18E087602-043	B0ES20b			
18E087602-044	B0ES16			
18E087602-045	B0ES23			

Annexe de traçabilité des échantillons

Cette traçabilité recense les flacons des échantillons scannés dans EOL sur le terrain avant envoi au laboratoire

Dossier N° : 18E087602

N° de rapport d'analyse : AR-18-LK-109775-01

Emetteur :

Commande EOL :

Nom projet :

Référence commande :

Eau souterraine

Référence Eurofins	Référence Client	Date&Heure Prélèvement	Code-barre	Nom flacon
18E087602-046	B0ES20			
18E087602-047	B0ES17			
18E087602-048	B0ES18			
18E087602-049	B0ES16b			
18E087602-050	B0ES19			
18E087602-051	AKES41			

ANNEXE 7: RESULTATS DES ANALYSES DE POISSONS



Table des matières

INTRODUCTION	3
I. Réception des échantillons, identification et conservation.....	3
II. Préparation des échantillons	3
III. Digestion acide	4
IV. Oxydation.....	4
V. Analyses.....	5

POF 2

Introduction

Dans le cadre de l'étude « Réalisation d'une enquête sur l'utilisation du mercure dans le secteur de la mine artisanale et la petite mine au Cameroun », HYDRAC a été sollicitée par le bureau d'études COMETE en vue de réaliser les analyses chimiques sur les poissons dans le cadre de l'étude susmentionnée.

Ces analyses ayant porté sur le dosage du mercure dans 30 échantillons de poisson ont été réalisées selon les étapes ci-après

- ✓ Réception des échantillons, identification et conservation ;
- ✓ Préparation des échantillons ;
- ✓ Digestion acide;
- ✓ Oxydation ;
- ✓ Analyses.

I. Réception des échantillons, identification et conservation

Les échantillons ont été reçus le vendredi 19 Octobre 2018 à 10 heures. Après identification et dénombrement, les échantillons ont été conservés à -30°C dans un congélateur.

II. Préparation des échantillons

Les échantillons ont été sortis du congélateur le 22 Octobre 2018 et après décongélation partielle, nous avons procédé au broyage et prélèvement de l'aliquot pour analyses. Les poissons de petite taille ont été homogénéisés en entier à l'aide d'un broyeur de marque moulinex. Les gros poissons ont été sectionnés dans le sens de la longueur afin de constituer un sous échantillon moyen qui sera homogénéisé.



Préparation de l'échantillon

PDF 3

III. Digestion acide

La digestion s'est opérée du 22 au 23 Octobre, Une masse de 0,5 à 1g d'échantillon préalable broyée et homogénéisée a été pesé puis introduite dans des tubes de digestion. 5 ml d'acide de digestion $\text{HNO}_3/\text{H}_2\text{SO}_4$ 1 : 4) a été ajouté dans le tube contenant l'échantillon pesé. Les tubes ont été couverts puis passés dans un bain marie réglée à 60 °C et sous agitation jusqu'à ce que la digestion soit complète (2 heures minimum)



Digestion acide

IV. Oxydation

L'oxydation a été effectuée le 24 Octobre 2018. A la fin de la digestion, 15 ml de solution de KMnO_4 à 6 % a été ajouté dans chaque tube sous agitation et dans un bain de glace puis laissé reposé pendant au moins au moins deux heures. Après l'oxydation, le permanganate a été titré avec du peroxyde d'hydrogène 6% jusqu'à décoloration. Après refroidissement, le volume de l'échantillon a été complété à 25ml avec de l'eau distillée.



Oxydation



Echantillons prêts pour analyses

V. Analyses

L'analyse a été effectuée le 25 Octobre 2018 par plasma à couplage inductif avec détection par Spectrométrie à Emission Optique (ICP-OES) de marque Perkin Elmer. Les résultats sont contenus en annexe.



POF *S*

CLIENT : COMETE International
 NATURE ECHANTILLON : Poissons
 LIEU D'ECHANTILLONNAGE : /
 NUMERO DE LOT : /
 DATE D'ECHANTILLONNAGE : /
 DATE DE RECEPTION : 19/10/2018
 DATE D'ANALYSES : Du 22 au 25/10/2018

N° DO 202/18 /SPC/ bd

Certificat N° 1/3

METHODE	CARACTERISTIQUES	RESULTATS										
		AKPP25	AKPP26	AKPP27	BaPP1	BaPP2	BaPP3	BaPP4	NgPP5	NgPP6	NgPP7	LIMITES*
Digestion acide puis lecture par ICP-OES	Teneur en mercure ppm (mg/kg)	10,51	2,56	12,80	12,24	11,18	6,24	7,61	14,86	1,29	15,19	0,50

*CODEX STAN 193-1995

CONCLUSION :

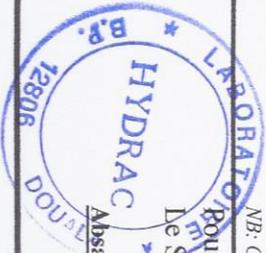
La teneur en mercure de tous les échantillons est supérieure à la limite admissible

NB: Ce résultat ne se rapporte qu'aux échantillons soumis à l'essai

Pour le Directeur des Essais en Laboratoire & PO.,

Le SMB/CS

Absa TAMINGA



HYDRAC CERTIFIEE

ISO 9001:2015

ISO 14001:2015

ACCREDITEE

ISO 17025 : 2005

RAPPORT D'ANALYSES

CLIENT : COMETE International
 NATURE ECHANTILLON : Poissons
 LIEU D'ECHANTILLONNAGE : /
 NUMERO DE LOT : /
 DATE D'ECHANTILLONNAGE : /
 DATE DE RECEPTION : 19/10/2018
 DATE D'ANALYSES : Du 22 au 25/10/2018

N° DO 202/ 18 /SPC/ bd

Certificat N°3/3

METHODE	CARACTERISTIQUES	RESULTATS												LIMITES*
		GbPP16	GbPP17	GbPP18	MePP19	MePP20	MePP21	MePP22	MePP23	MePP24	ESPP30			
Digestion acide puis lecture par ICP-OES	Teneur en mercure ppm (mg/kg)	13,36	3,05	13,85	1,82	16,63	5,75	2,48	12,68	13,80	16,01		0,50	

*CODEX STAN 193-1995

CONCLUSION : La teneur en mercure de tous les échantillons est supérieure à la limite admissible

NB: Ce résultat ne se rapporte qu'aux échantillons soumis à l'essai

Pour le Directeur des Essais en Laboratoire & PO.,

Le SMB/CS

Absa TAMINGA





RAPPORT D'ANALYSES

DEL.PRO.007
Annexe 3e /A
17/07/2018

CLIENT : COMETE International
NATURE ECHANTILLON : Poissons
LIEU D'ECHANTILLONNAGE : /
NUMERO DE LOT : /
DATE D'ECHANTILLONNAGE : /
DATE DE RECEPTION : 19/10/2018
DATE D'ANALYSES : Du 22 au 25/10/2018

N° DO 202/ 18 /SPC/ bd

Certificat N°2/3

METHODE	CARACTERISTIQUES	RESULTATS										
		BoPP8	BoPP9	BoPP10	BoPP11	BoPP12	BoPP13	BoPP14	BoPP15	ESPP28	ESPP29	LIMITES*
Digestion acide puis lecture par ICP-OES	Teneur en mercure ppm (mg/kg)	11,23	10,52	12,95	16,04	12,73	4,51	4,83	13,33	16,80	13,93	0,50

*CODEX STAN 193-1995

CONCLUSION :

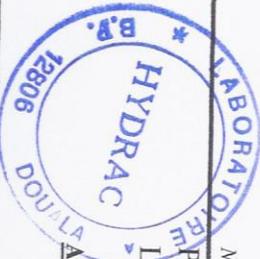
La teneur en mercure de tous les échantillons est supérieure à la limite admissible

NB: Ce résultat ne se rapporte qu'aux échantillons soumis à l'essai

Pour le Directeur des Essais en Laboratoire & PO.,

Le SMB/CS

Absa TAMINGA



HYDRAC CERTIFIEE
ISO 9001:2015
ISO 14001:2015
ACCREDITEE
ISO 17025 : 2005

ANNEXE 8: RESULTATS DES ANALYSES DE CHEVEUX

LEOPOLD MBOUA
COMETE ENGINEERING
Immeuble COMETE
Avenue Hédi Karray
BP: 97
1082 Tunis Maharajène

Nos références			
Code Affaire :	18A3224	Matrice :	Cheveux
N° échantillon :	18-05366	Date de réception :	02/08/2018
Version du rapport :	04/09/18	Date d'analyse :	22/08/2018

annule et remplace la version du 04/09/18 16:19:50 qui devra être détruite ou nous être retournée

Vos références			
Réf. affaire :	COMETE ENGINEERING INTERNATIONAL 02 08 2018	Date demande :	02/08/2018
Réf. demandeur :		Transporteur :	TNT
Réf. échantillon :	BABY YANO Basile		

RAPPORT D'ANALYSE					
<i>Paramètres</i>	<i>Info segment</i>	<i>Résultats</i>	<i>Unités</i>	<i>LQ</i>	<i>Valeurs normales</i>
Méthode : Dosage multi-élémentaire par ICP-MS					
Mercuré	0-0.3cm	0.88	µg/g	0.020	0.044 - 1.74

LQ : Limite de quantification. Les LQ sont fournies à titre indicatif. Elles sont sous la responsabilité du laboratoire et fonction de la matrice.

Dr. Vincent CIRIMELE

Directeur Scientifique



LEOPOLD MBOUA
COMETE ENGINNERING
Immeuble COMETE
Avenue Hédi Karray
BP: 97
1082 Tunis Maharajène

<i>Nos références</i>			
Code Affaire :	18A3224	Matrice :	Cheveux
N° échantillon :	18-05367	Date de réception :	02/08/2018
Version du rapport :		Date d'analyse :	22/08/2018
<i>Vos références</i>			
Réf. affaire :	COMETE ENGINNERING INTERNATIONAL 02 08 2018	Date demande :	02/08/2018
Réf. demandeur :		Transporteur :	TNT
Réf. échantillon :	HOBİ MBAGA Philippe		

RAPPORT D'ANALYSE					
<i>Paramètres</i>	<i>Info segment</i>	<i>Résultats</i>	<i>Unités</i>	<i>LQ</i>	<i>Valeurs normales</i>
Méthode : Dosage multi-élémentaire par ICP-MS					
Mercuré	0-0.3cm	2.63	µg/g	0.020	0.044 - 1.74

LQ : Limite de quantification. Les LQ sont fournies à titre indicatif. Elles sont sous la responsabilité du laboratoire et fonction de la matrice.

Dr. Vincent CIRIMELE

Directeur Scientifique



LEOPOLD MBOUA
COMETE ENGINNERING
Immeuble COMETE
Avenue Hédi Karray
BP: 97
1082 Tunis Maharajéne

<i>Nos références</i>			
Code Affaire :	18A3224	Matrice :	Cheveux
N° échantillon :	18-05368	Date de réception :	02/08/2018
Version du rapport :		Date d'analyse :	22/08/2018
<i>Vos références</i>			
Réf. affaire :	COMETE ENGINNERING INTERNATIONAL 02 08 2018	Date demande :	02/08/2018
Réf. demandeur :		Transporteur :	TNT
Réf. échantillon :	DEMONO BONA Adamou		

RAPPORT D'ANALYSE					
<i>Paramètres</i>	<i>Info segment</i>	<i>Résultats</i>	<i>Unités</i>	<i>LQ</i>	<i>Valeurs normales</i>
Méthode : Dosage multi-élémentaire par ICP-MS					
Mercuré	0-3cm	1.77	µg/g	0.020	0.044 - 1.74

LQ : Limite de quantification. Les LQ sont fournies à titre indicatif. Elles sont sous la responsabilité du laboratoire et fonction de la matrice.

Dr. Vincent CIRIMELE

Directeur Scientifique



LEOPOLD MBOUA
COMETE ENGINNERING
Immeuble COMETE
Avenue Hédi Karray
BP: 97
1082 Tunis Maharajène

<i>Nos références</i>			
Code Affaire :	18A3224	Matrice :	Cheveux
N° échantillon :	18-05369	Date de réception :	02/08/2018
Version du rapport :		Date d'analyse :	22/08/2018
<i>Vos références</i>			
Réf. affaire :	COMETE ENGINNERING INTERNATIONAL 02 08 2018	Date demande :	02/08/2018
Réf. demandeur :		Transporteur :	TNT
Réf. échantillon :	SAGUE Elvige		

RAPPORT D'ANALYSE					
<i>Paramètres</i>	<i>Info segment</i>	<i>Résultats</i>	<i>Unités</i>	<i>LQ</i>	<i>Valeurs normales</i>
Méthode : Dosage multi-élémentaire par ICP-MS					
Mercuré	0-1.5cm	1.09	µg/g	0.020	0.044 - 1.74

LQ : Limite de quantification. Les LQ sont fournies à titre indicatif. Elles sont sous la responsabilité du laboratoire et fonction de la matrice.

Dr. Vincent CIRIMELE

Directeur Scientifique



LEOPOLD MBOUA
COMETE ENGINNERING
Immeuble COMETE
Avenue Hédi Karray
BP: 97
1082 Tunis Maharajène

<i>Nos références</i>			
Code Affaire :	18A3224	Matrice :	Cheveux
N° échantillon :	18-05370	Date de réception :	02/08/2018
Version du rapport :		Date d'analyse :	22/08/2018
<i>Vos références</i>			
Réf. affaire :	COMETE ENGINNERING INTERNATIONAL 02 08 2018	Date demande :	02/08/2018
Réf. demandeur :		Transporteur :	TNT
Réf. échantillon :	EVELINE Ruth		

RAPPORT D'ANALYSE					
<i>Paramètres</i>	<i>Info segment</i>	<i>Résultats</i>	<i>Unités</i>	<i>LQ</i>	<i>Valeurs normales</i>
Méthode : Dosage multi-élémentaire par ICP-MS					
Mercuré	0-3cm	0.47	µg/g	0.020	0.044 - 1.74

LQ : Limite de quantification. Les LQ sont fournies à titre indicatif. Elles sont sous la responsabilité du laboratoire et fonction de la matrice.

Dr. Vincent CIRIMELE

Directeur Scientifique



LEOPOLD MBOUA
COMETE ENGINNERING
Immeuble COMETE
Avenue Hédi Karray
BP: 97
1082 Tunis Maharajène

<i>Nos références</i>			
Code Affaire :	18A3224	Matrice :	Cheveux
N° échantillon :	18-05371	Date de réception :	02/08/2018
Version du rapport :		Date d'analyse :	22/08/2018
<i>Vos références</i>			
Réf. affaire :	COMETE ENGINNERING INTERNATIONAL 02 08 2018	Date demande :	02/08/2018
Réf. demandeur :		Transporteur :	TNT
Réf. échantillon :	WAï Albert		

RAPPORT D'ANALYSE					
<i>Paramètres</i>	<i>Info segment</i>	<i>Résultats</i>	<i>Unités</i>	<i>LQ</i>	<i>Valeurs normales</i>
Méthode : Dosage multi-élémentaire par ICP-MS					
Mercuré	0-0.2cm	0.63	µg/g	0.020	0.044 - 1.74

LQ : Limite de quantification. Les LQ sont fournies à titre indicatif. Elles sont sous la responsabilité du laboratoire et fonction de la matrice.

Dr. Vincent CIRIMELE

Directeur Scientifique



LEOPOLD MBOUA
COMETE ENGINNERING
Immeuble COMETE
Avenue Hédi Karray
BP: 97
1082 Tunis Maharajène

<i>Nos références</i>			
Code Affaire :	18A3224	Matrice :	Cheveux
N° échantillon :	18-05372	Date de réception :	02/08/2018
Version du rapport :		Date d'analyse :	22/08/2018
<i>Vos références</i>			
Réf. affaire :	COMETE ENGINNERING INTERNATIONAL 02 08 2018	Date demande :	02/08/2018
Réf. demandeur :		Transporteur :	TNT
Réf. échantillon :	DOKO ESSOMBA Augustin		

RAPPORT D'ANALYSE					
<i>Paramètres</i>	<i>Info segment</i>	<i>Résultats</i>	<i>Unités</i>	<i>LQ</i>	<i>Valeurs normales</i>
Méthode : Dosage multi-élémentaire par ICP-MS					
Mercuré	0-0.3cm	3.45	µg/g	0.020	0.044 - 1.74

LQ : Limite de quantification. Les LQ sont fournies à titre indicatif. Elles sont sous la responsabilité du laboratoire et fonction de la matrice.

Dr. Vincent CIRIMELE

Directeur Scientifique



LEOPOLD MBOUA
COMETE ENGINNERING
Immeuble COMETE
Avenue Hédi Karray
BP: 97
1082 Tunis Maharajène

<i>Nos références</i>			
Code Affaire :	18A3224	Matrice :	Cheveux
N° échantillon :	18-05373	Date de réception :	02/08/2018
Version du rapport :		Date d'analyse :	22/08/2018
<i>Vos références</i>			
Réf. affaire :	COMETE ENGINNERING INTERNATIONAL 02 08 2018	Date demande :	02/08/2018
Réf. demandeur :		Transporteur :	TNT
Réf. échantillon :	BIKAO YADJI Amos		

RAPPORT D'ANALYSE					
<i>Paramètres</i>	<i>Info segment</i>	<i>Résultats</i>	<i>Unités</i>	<i>LQ</i>	<i>Valeurs normales</i>
Méthode : Dosage multi-élémentaire par ICP-MS					
Mercuré	0-1cm	0.63	µg/g	0.020	0.044 - 1.74

LQ : Limite de quantification. Les LQ sont fournies à titre indicatif. Elles sont sous la responsabilité du laboratoire et fonction de la matrice.

Dr. Vincent CIRIMELE

Directeur Scientifique



LEOPOLD MBOUA
COMETE ENGINNERING
Immeuble COMETE
Avenue Hédi Karray
BP: 97
1082 Tunis Maharajéne

<i>Nos références</i>			
Code Affaire :	18A3224	Matrice :	Cheveux
N° échantillon :	18-05374	Date de réception :	02/08/2018
Version du rapport :		Date d'analyse :	22/08/2018
<i>Vos références</i>			
Réf. affaire :	COMETE ENGINNERING INTERNATIONAL 02 08 2018	Date demande :	02/08/2018
Réf. demandeur :		Transporteur :	TNT
Réf. échantillon :	YATOUME Marlise		

RAPPORT D'ANALYSE					
<i>Paramètres</i>	<i>Info segment</i>	<i>Résultats</i>	<i>Unités</i>	<i>LQ</i>	<i>Valeurs normales</i>
Méthode : Dosage multi-élémentaire par ICP-MS					
Mercuré	0-4cm	3.11	µg/g	0.020	0.044 - 1.74

LQ : Limite de quantification. Les LQ sont fournies à titre indicatif. Elles sont sous la responsabilité du laboratoire et fonction de la matrice.

Dr. Vincent CIRIMELE

Directeur Scientifique



LEOPOLD MBOUA
COMETE ENGINNERING
Immeuble COMETE
Avenue Hédi Karray
BP: 97
1082 Tunis Maharajène

<i>Nos références</i>			
Code Affaire :	18A3224	Matrice :	Cheveux
N° échantillon :	18-05375	Date de réception :	02/08/2018
Version du rapport :		Date d'analyse :	22/08/2018
<i>Vos références</i>			
Réf. affaire :	COMETE ENGINNERING INTERNATIONAL 02 08 2018	Date demande :	02/08/2018
Réf. demandeur :		Transporteur :	TNT
Réf. échantillon :	YOMBA NTIMBA Casiano		

RAPPORT D'ANALYSE					
<i>Paramètres</i>	<i>Info segment</i>	<i>Résultats</i>	<i>Unités</i>	<i>LQ</i>	<i>Valeurs normales</i>
Méthode : Dosage multi-élémentaire par ICP-MS					
Mercuré	0-0.5cm	2.78	µg/g	0.020	0.044 - 1.74

LQ : Limite de quantification. Les LQ sont fournies à titre indicatif. Elles sont sous la responsabilité du laboratoire et fonction de la matrice.

Dr. Vincent CIRIMELE

Directeur Scientifique



LEOPOLD MBOUA
COMETE ENGINNERING
Immeuble COMETE
Avenue Hédi Karray
BP: 97
1082 Tunis Maharajène

<i>Nos références</i>			
Code Affaire :	18A3224	Matrice :	Cheveux
N° échantillon :	18-05376	Date de réception :	02/08/2018
Version du rapport :		Date d'analyse :	22/08/2018
<i>Vos références</i>			
Réf. affaire :	COMETE ENGINNERING INTERNATIONAL 02 08 2018	Date demande :	02/08/2018
Réf. demandeur :		Transporteur :	TNT
Réf. échantillon :	BEBGA Gouet Antoine		

RAPPORT D'ANALYSE					
<i>Paramètres</i>	<i>Info segment</i>	<i>Résultats</i>	<i>Unités</i>	<i>LQ</i>	<i>Valeurs normales</i>
Méthode : Dosage multi-élémentaire par ICP-MS					
Mercuré	0-0.3cm	1.35	µg/g	0.020	0.044 - 1.74

LQ : Limite de quantification. Les LQ sont fournies à titre indicatif. Elles sont sous la responsabilité du laboratoire et fonction de la matrice.

Dr. Vincent CIRIMELE

Directeur Scientifique



LEOPOLD MBOUA
COMETE ENGINNERING
Immeuble COMETE
Avenue Hédi Karray
BP: 97
1082 Tunis Maharajène

<i>Nos références</i>			
Code Affaire :	18A3224	Matrice :	Cheveux
N° échantillon :	18-05377	Date de réception :	02/08/2018
Version du rapport :		Date d'analyse :	22/08/2018
<i>Vos références</i>			
Réf. affaire :	COMETE ENGINNERING INTERNATIONAL 02 08 2018	Date demande :	02/08/2018
Réf. demandeur :		Transporteur :	TNT
Réf. échantillon :	ABOUBAKAR		

RAPPORT D'ANALYSE					
<i>Paramètres</i>	<i>Info segment</i>	<i>Résultats</i>	<i>Unités</i>	<i>LQ</i>	<i>Valeurs normales</i>
Méthode : Dosage multi-élémentaire par ICP-MS					
Mercuré	0-0.3cm	3.14	µg/g	0.020	0.044 - 1.74

LQ : Limite de quantification. Les LQ sont fournies à titre indicatif. Elles sont sous la responsabilité du laboratoire et fonction de la matrice.

Dr. Vincent CIRIMELE

Directeur Scientifique



LEOPOLD MBOUA
COMETE ENGINNERING
Immeuble COMETE
Avenue Hédi Karray
BP: 97
1082 Tunis Maharajène

<i>Nos références</i>			
Code Affaire :	18A3224	Matrice :	Cheveux
N° échantillon :	18-05378	Date de réception :	02/08/2018
Version du rapport :		Date d'analyse :	22/08/2018
<i>Vos références</i>			
Réf. affaire :	COMETE ENGINNERING INTERNATIONAL 02 08 2018	Date demande :	02/08/2018
Réf. demandeur :		Transporteur :	TNT
Réf. échantillon :	BEKONI Marlain		

RAPPORT D'ANALYSE					
<i>Paramètres</i>	<i>Info segment</i>	<i>Résultats</i>	<i>Unités</i>	<i>LQ</i>	<i>Valeurs normales</i>
Méthode : Dosage multi-élémentaire par ICP-MS					
Mercuré	0-0.3cm	0.92	µg/g	0.020	0.044 - 1.74

LQ : Limite de quantification. Les LQ sont fournies à titre indicatif. Elles sont sous la responsabilité du laboratoire et fonction de la matrice.

Dr. Vincent CIRIMELE

Directeur Scientifique



LEOPOLD MBOUA
COMETE ENGINNERING
Immeuble COMETE
Avenue Hédi Karray
BP: 97
1082 Tunis Maharajène

<i>Nos références</i>			
Code Affaire :	18A3224	Matrice :	Cheveux
N° échantillon :	18-05379	Date de réception :	02/08/2018
Version du rapport :		Date d'analyse :	22/08/2018
<i>Vos références</i>			
Réf. affaire :	COMETE ENGINNERING INTERNATIONAL 02 08 2018	Date demande :	02/08/2018
Réf. demandeur :		Transporteur :	TNT
Réf. échantillon :	YAFO Sidonie		

RAPPORT D'ANALYSE					
<i>Paramètres</i>	<i>Info segment</i>	<i>Résultats</i>	<i>Unités</i>	<i>LQ</i>	<i>Valeurs normales</i>
Méthode : Dosage multi-élémentaire par ICP-MS					
Mercuré	0-5cm	2.05	µg/g	0.020	0.044 - 1.74

LQ : Limite de quantification. Les LQ sont fournies à titre indicatif. Elles sont sous la responsabilité du laboratoire et fonction de la matrice.

Dr. Vincent CIRIMELE

Directeur Scientifique



LEOPOLD MBOUA
COMETE ENGINNERING
Immeuble COMETE
Avenue Hédi Karray
BP: 97
1082 Tunis Maharajène

<i>Nos références</i>			
Code Affaire :	18A3224	Matrice :	Cheveux
N° échantillon :	18-05380	Date de réception :	02/08/2018
Version du rapport :		Date d'analyse :	22/08/2018
<i>Vos références</i>			
Réf. affaire :	COMETE ENGINNERING INTERNATIONAL 02 08 2018	Date demande :	02/08/2018
Réf. demandeur :		Transporteur :	TNT
Réf. échantillon :	NGOLE Blaise		

RAPPORT D'ANALYSE					
<i>Paramètres</i>	<i>Info segment</i>	<i>Résultats</i>	<i>Unités</i>	<i>LQ</i>	<i>Valeurs normales</i>
Méthode : Dosage multi-élémentaire par ICP-MS					
Mercuré	0-0.3cm	2.40	µg/g	0.020	0.044 - 1.74

LQ : Limite de quantification. Les LQ sont fournies à titre indicatif. Elles sont sous la responsabilité du laboratoire et fonction de la matrice.

Dr. Vincent CIRIMELE

Directeur Scientifique



LEOPOLD MBOUA
COMETE ENGINNERING
Immeuble COMETE
Avenue Hédi Karray
BP: 97
1082 Tunis Maharajéne

<i>Nos références</i>			
Code Affaire :	18A3224	Matrice :	Cheveux
N° échantillon :	18-05381	Date de réception :	02/08/2018
Version du rapport :		Date d'analyse :	22/08/2018
<i>Vos références</i>			
Réf. affaire :	COMETE ENGINNERING INTERNATIONAL 02 08 2018	Date demande :	02/08/2018
Réf. demandeur :		Transporteur :	TNT
Réf. échantillon :	NALO Mireille		

RAPPORT D'ANALYSE					
<i>Paramètres</i>	<i>Info segment</i>	<i>Résultats</i>	<i>Unités</i>	<i>LQ</i>	<i>Valeurs normales</i>
Méthode : Dosage multi-élémentaire par ICP-MS					
Mercuré	0-6cm	6.97	µg/g	0.020	0.044 - 1.74

LQ : Limite de quantification. Les LQ sont fournies à titre indicatif. Elles sont sous la responsabilité du laboratoire et fonction de la matrice.

Dr. Vincent CIRIMELE

Directeur Scientifique



LEOPOLD MBOUA
COMETE ENGINNERING
Immeuble COMETE
Avenue Hédi Karray
BP: 97
1082 Tunis Maharajène

<i>Nos références</i>			
Code Affaire :	18A3224	Matrice :	Cheveux
N° échantillon :	18-05382	Date de réception :	02/08/2018
Version du rapport :		Date d'analyse :	22/08/2018
<i>Vos références</i>			
Réf. affaire :	COMETE ENGINNERING INTERNATIONAL 02 08 2018	Date demande :	02/08/2018
Réf. demandeur :		Transporteur :	TNT
Réf. échantillon :	NGOZO Bernard		

RAPPORT D'ANALYSE					
<i>Paramètres</i>	<i>Info segment</i>	<i>Résultats</i>	<i>Unités</i>	<i>LQ</i>	<i>Valeurs normales</i>
Méthode : Dosage multi-élémentaire par ICP-MS					
Mercuré	0-0.2cm	0.89	µg/g	0.020	0.044 - 1.74

LQ : Limite de quantification. Les LQ sont fournies à titre indicatif. Elles sont sous la responsabilité du laboratoire et fonction de la matrice.

Dr. Vincent CIRIMELE

Directeur Scientifique



LEOPOLD MBOUA
COMETE ENGINNERING
Immeuble COMETE
Avenue Hédi Karray
BP: 97
1082 Tunis Maharajène

<i>Nos références</i>			
Code Affaire :	18A3224	Matrice :	Cheveux
N° échantillon :	18-05383	Date de réception :	02/08/2018
Version du rapport :		Date d'analyse :	22/08/2018
<i>Vos références</i>			
Réf. affaire :	COMETE ENGINNERING INTERNATIONAL 02 08 2018	Date demande :	02/08/2018
Réf. demandeur :		Transporteur :	TNT
Réf. échantillon :	KAYA YERIMA Guy J		

RAPPORT D'ANALYSE					
<i>Paramètres</i>	<i>Info segment</i>	<i>Résultats</i>	<i>Unités</i>	<i>LQ</i>	<i>Valeurs normales</i>
Méthode : Dosage multi-élémentaire par ICP-MS					
Mercuré	0-0.2cm	0.79	µg/g	0.020	0.044 - 1.74

LQ : Limite de quantification. Les LQ sont fournies à titre indicatif. Elles sont sous la responsabilité du laboratoire et fonction de la matrice.

Dr. Vincent CIRIMELE

Directeur Scientifique



LEOPOLD MBOUA
COMETE ENGINNERING
Immeuble COMETE
Avenue Hédi Karray
BP: 97
1082 Tunis Maharajéne

<i>Nos références</i>			
Code Affaire :	18A3224	Matrice :	Cheveux
N° échantillon :	18-05384	Date de réception :	02/08/2018
Version du rapport :		Date d'analyse :	22/08/2018
<i>Vos références</i>			
Réf. affaire :	COMETE ENGINNERING INTERNATIONAL 02 08 2018	Date demande :	02/08/2018
Réf. demandeur :		Transporteur :	TNT
Réf. échantillon :	FOKAM POUNA Christelle		

RAPPORT D'ANALYSE					
<i>Paramètres</i>	<i>Info segment</i>	<i>Résultats</i>	<i>Unités</i>	<i>LQ</i>	<i>Valeurs normales</i>
Méthode : Dosage multi-élémentaire par ICP-MS					
Mercuré	0-3cm	0.97	µg/g	0.020	0.044 - 1.74

LQ : Limite de quantification. Les LQ sont fournies à titre indicatif. Elles sont sous la responsabilité du laboratoire et fonction de la matrice.

Dr. Vincent CIRIMELE

Directeur Scientifique



LEOPOLD MBOUA
COMETE ENGINNERING
Immeuble COMETE
Avenue Hédi Karray
BP: 97
1082 Tunis Maharajène

<i>Nos références</i>			
Code Affaire :	18A3224	Matrice :	Cheveux
N° échantillon :	18-05385	Date de réception :	02/08/2018
Version du rapport :		Date d'analyse :	22/08/2018
<i>Vos références</i>			
Réf. affaire :	COMETE ENGINNERING INTERNATIONAL 02 08 2018	Date demande :	02/08/2018
Réf. demandeur :		Transporteur :	TNT
Réf. échantillon :	INNA Véronique		

RAPPORT D'ANALYSE					
<i>Paramètres</i>	<i>Info segment</i>	<i>Résultats</i>	<i>Unités</i>	<i>LQ</i>	<i>Valeurs normales</i>
Méthode : Dosage multi-élémentaire par ICP-MS					
Mercuré	0-3cm	0.35	µg/g	0.020	0.044 - 1.74

LQ : Limite de quantification. Les LQ sont fournies à titre indicatif. Elles sont sous la responsabilité du laboratoire et fonction de la matrice.

Dr. Vincent CIRIMELE

Directeur Scientifique



LEOPOLD MBOUA
COMETE ENGINNERING
Immeuble COMETE
Avenue Hédi Karray
BP: 97
1082 Tunis Maharajène

<i>Nos références</i>			
Code Affaire :	18A3224	Matrice :	Cheveux
N° échantillon :	18-05386	Date de réception :	02/08/2018
Version du rapport :		Date d'analyse :	22/08/2018
<i>Vos références</i>			
Réf. affaire :	COMETE ENGINNERING INTERNATIONAL 02 08 2018	Date demande :	02/08/2018
Réf. demandeur :		Transporteur :	TNT
Réf. échantillon :	SAGUE Elisabeth		

RAPPORT D'ANALYSE					
<i>Paramètres</i>	<i>Info segment</i>	<i>Résultats</i>	<i>Unités</i>	<i>LQ</i>	<i>Valeurs normales</i>
Méthode : Dosage multi-élémentaire par ICP-MS					
Mercuré	0-2cm	0.24	µg/g	0.020	0.044 - 1.74

LQ : Limite de quantification. Les LQ sont fournies à titre indicatif. Elles sont sous la responsabilité du laboratoire et fonction de la matrice.

Dr. Vincent CIRIMELE

Directeur Scientifique



LEOPOLD MBOUA
COMETE ENGINNERING
Immeuble COMETE
Avenue Hédi Karray
BP: 97
1082 Tunis Maharajène

<i>Nos références</i>			
Code Affaire :	18A3224	Matrice :	Cheveux
N° échantillon :	18-05387	Date de réception :	02/08/2018
Version du rapport :		Date d'analyse :	22/08/2018
<i>Vos références</i>			
Réf. affaire :	COMETE ENGINNERING INTERNATIONAL 02 08 2018	Date demande :	02/08/2018
Réf. demandeur :		Transporteur :	TNT
Réf. échantillon :	BELOKO YENE		

RAPPORT D'ANALYSE					
<i>Paramètres</i>	<i>Info segment</i>	<i>Résultats</i>	<i>Unités</i>	<i>LQ</i>	<i>Valeurs normales</i>
Méthode : Dosage multi-élémentaire par ICP-MS					
Mercuré	0-0.5cm	0.42	µg/g	0.020	0.044 - 1.74

LQ : Limite de quantification. Les LQ sont fournies à titre indicatif. Elles sont sous la responsabilité du laboratoire et fonction de la matrice.

Dr. Vincent CIRIMELE

Directeur Scientifique



LEOPOLD MBOUA
COMETE ENGINNERING
Immeuble COMETE
Avenue Hédi Karray
BP: 97
1082 Tunis Maharajène

<i>Nos références</i>			
Code Affaire :	18A3224	Matrice :	Cheveux
N° échantillon :	18-05388	Date de réception :	02/08/2018
Version du rapport :		Date d'analyse :	22/08/2018
<i>Vos références</i>			
Réf. affaire :	COMETE ENGINNERING INTERNATIONAL 02 08 2018	Date demande :	02/08/2018
Réf. demandeur :		Transporteur :	TNT
Réf. échantillon :	BAGOE Robert A		

RAPPORT D'ANALYSE					
<i>Paramètres</i>	<i>Info segment</i>	<i>Résultats</i>	<i>Unités</i>	<i>LQ</i>	<i>Valeurs normales</i>
Méthode : Dosage multi-élémentaire par ICP-MS					
Mercuré	0-0.5cm	0.37	µg/g	0.020	0.044 - 1.74

LQ : Limite de quantification. Les LQ sont fournies à titre indicatif. Elles sont sous la responsabilité du laboratoire et fonction de la matrice.

Dr. Vincent CIRIMELE

Directeur Scientifique



LEOPOLD MBOUA
COMETE ENGINNERING
Immeuble COMETE
Avenue Hédi Karray
BP: 97
1082 Tunis Maharajène

<i>Nos références</i>			
Code Affaire :	18A3224	Matrice :	Cheveux
N° échantillon :	18-05389	Date de réception :	02/08/2018
Version du rapport :		Date d'analyse :	22/08/2018
<i>Vos références</i>			
Réf. affaire :	COMETE ENGINNERING INTERNATIONAL 02 08 2018	Date demande :	02/08/2018
Réf. demandeur :		Transporteur :	TNT
Réf. échantillon :	ADJIDJATOU Oumar		

RAPPORT D'ANALYSE					
<i>Paramètres</i>	<i>Info segment</i>	<i>Résultats</i>	<i>Unités</i>	<i>LQ</i>	<i>Valeurs normales</i>
Méthode : Dosage multi-élémentaire par ICP-MS					
Mercuré	0-4cm	0.44	µg/g	0.020	0.044 - 1.74

LQ : Limite de quantification. Les LQ sont fournies à titre indicatif. Elles sont sous la responsabilité du laboratoire et fonction de la matrice.

Dr. Vincent CIRIMELE

Directeur Scientifique



LEOPOLD MBOUA
COMETE ENGINNERING
Immeuble COMETE
Avenue Hédi Karray
BP: 97
1082 Tunis Maharajéne

<i>Nos références</i>			
Code Affaire :	18A3224	Matrice :	Cheveux
N° échantillon :	18-05390	Date de réception :	02/08/2018
Version du rapport :		Date d'analyse :	22/08/2018
<i>Vos références</i>			
Réf. affaire :	COMETE ENGINNERING INTERNATIONAL 02 08 2018	Date demande :	02/08/2018
Réf. demandeur :		Transporteur :	TNT
Réf. échantillon :	AZIA BELEKO		

RAPPORT D'ANALYSE					
<i>Paramètres</i>	<i>Info segment</i>	<i>Résultats</i>	<i>Unités</i>	<i>LQ</i>	<i>Valeurs normales</i>
Méthode : Dosage multi-élémentaire par ICP-MS					
Mercuré	0-3cm	0.65	µg/g	0.020	0.044 - 1.74

LQ : Limite de quantification. Les LQ sont fournies à titre indicatif. Elles sont sous la responsabilité du laboratoire et fonction de la matrice.

Dr. Vincent CIRIMELE

Directeur Scientifique



LEOPOLD MBOUA
COMETE ENGINNERING
Immeuble COMETE
Avenue Hédi Karray
BP: 97
1082 Tunis Maharajéne

<i>Nos références</i>			
Code Affaire :	18A3224	Matrice :	Cheveux
N° échantillon :	18-05391	Date de réception :	02/08/2018
Version du rapport :		Date d'analyse :	22/08/2018
<i>Vos références</i>			
Réf. affaire :	COMETE ENGINNERING INTERNATIONAL 02 08 2018	Date demande :	02/08/2018
Réf. demandeur :		Transporteur :	TNT
Réf. échantillon :	DUCLOS SIDIKI		

RAPPORT D'ANALYSE					
<i>Paramètres</i>	<i>Info segment</i>	<i>Résultats</i>	<i>Unités</i>	<i>LQ</i>	<i>Valeurs normales</i>
Méthode : Dosage multi-élémentaire par ICP-MS					
Mercuré	0-0.5cm	0.55	µg/g	0.020	0.044 - 1.74

LQ : Limite de quantification. Les LQ sont fournies à titre indicatif. Elles sont sous la responsabilité du laboratoire et fonction de la matrice.

Dr. Vincent CIRIMELE

Directeur Scientifique



LEOPOLD MBOUA
COMETE ENGINNERING
Immeuble COMETE
Avenue Hédi Karray
BP: 97
1082 Tunis Maharajéne

<i>Nos références</i>			
Code Affaire :	18A3224	Matrice :	Cheveux
N° échantillon :	18-05392	Date de réception :	02/08/2018
Version du rapport :		Date d'analyse :	22/08/2018
<i>Vos références</i>			
Réf. affaire :	COMETE ENGINNERING INTERNATIONAL 02 08 2018	Date demande :	02/08/2018
Réf. demandeur :		Transporteur :	TNT
Réf. échantillon :	EBELA G Narcisse		

RAPPORT D'ANALYSE					
<i>Paramètres</i>	<i>Info segment</i>	<i>Résultats</i>	<i>Unités</i>	<i>LQ</i>	<i>Valeurs normales</i>
Méthode : Dosage multi-élémentaire par ICP-MS					
Mercuré	0-4cm	1.61	µg/g	0.020	0.044 - 1.74

LQ : Limite de quantification. Les LQ sont fournies à titre indicatif. Elles sont sous la responsabilité du laboratoire et fonction de la matrice.

Dr. Vincent CIRIMELE

Directeur Scientifique



LEOPOLD MBOUA
COMETE ENGINNERING
Immeuble COMETE
Avenue Hédi Karray
BP: 97
1082 Tunis Maharajène

<i>Nos références</i>			
Code Affaire :	18A3224	Matrice :	Cheveux
N° échantillon :	18-05393	Date de réception :	02/08/2018
Version du rapport :		Date d'analyse :	22/08/2018
<i>Vos références</i>			
Réf. affaire :	COMETE ENGINNERING INTERNATIONAL 02 08 2018	Date demande :	02/08/2018
Réf. demandeur :		Transporteur :	TNT
Réf. échantillon :	MINKOULOU		

RAPPORT D'ANALYSE					
<i>Paramètres</i>	<i>Info segment</i>	<i>Résultats</i>	<i>Unités</i>	<i>LQ</i>	<i>Valeurs normales</i>
Méthode : Dosage multi-élémentaire par ICP-MS					
Mercuré	0-0.3cm	1.46	µg/g	0.020	0.044 - 1.74

LQ : Limite de quantification. Les LQ sont fournies à titre indicatif. Elles sont sous la responsabilité du laboratoire et fonction de la matrice.

Dr. Vincent CIRIMELE

Directeur Scientifique



LEOPOLD MBOUA
COMETE ENGINNERING
Immeuble COMETE
Avenue Hédi Karray
BP: 97
1082 Tunis Maharajène

<i>Nos références</i>			
Code Affaire :	18A3224	Matrice :	Cheveux
N° échantillon :	18-05394	Date de réception :	02/08/2018
Version du rapport :		Date d'analyse :	22/08/2018
<i>Vos références</i>			
Réf. affaire :	COMETE ENGINNERING INTERNATIONAL 02 08 2018	Date demande :	02/08/2018
Réf. demandeur :		Transporteur :	TNT
Réf. échantillon :	NADIBA Adèle		

RAPPORT D'ANALYSE					
<i>Paramètres</i>	<i>Info segment</i>	<i>Résultats</i>	<i>Unités</i>	<i>LQ</i>	<i>Valeurs normales</i>
Méthode : Dosage multi-élémentaire par ICP-MS					
Mercuré	0-2cm	0.37	µg/g	0.020	0.044 - 1.74

LQ : Limite de quantification. Les LQ sont fournies à titre indicatif. Elles sont sous la responsabilité du laboratoire et fonction de la matrice.

Dr. Vincent CIRIMELE

Directeur Scientifique



LEOPOLD MBOUA
COMETE ENGINNERING
Immeuble COMETE
Avenue Hédi Karray
BP: 97
1082 Tunis Maharajène

<i>Nos références</i>			
Code Affaire :	18A3224	Matrice :	Cheveux
N° échantillon :	18-05395	Date de réception :	02/08/2018
Version du rapport :		Date d'analyse :	22/08/2018
<i>Vos références</i>			
Réf. affaire :	COMETE ENGINNERING INTERNATIONAL 02 08 2018	Date demande :	02/08/2018
Réf. demandeur :		Transporteur :	TNT
Réf. échantillon :	GALLO Fridoun		

RAPPORT D'ANALYSE					
<i>Paramètres</i>	<i>Info segment</i>	<i>Résultats</i>	<i>Unités</i>	<i>LQ</i>	<i>Valeurs normales</i>
Méthode : Dosage multi-élémentaire par ICP-MS					
Mercuré	0-0.3cm	0.47	µg/g	0.020	0.044 - 1.74

LQ : Limite de quantification. Les LQ sont fournies à titre indicatif. Elles sont sous la responsabilité du laboratoire et fonction de la matrice.

Dr. Vincent CIRIMELE

Directeur Scientifique



LEOPOLD MBOUA
COMETE ENGINNERING
Immeuble COMETE
Avenue Hédi Karray
BP: 97
1082 Tunis Maharajéne

<i>Nos références</i>			
Code Affaire :	18A3224	Matrice :	Cheveux
N° échantillon :	18-05396	Date de réception :	02/08/2018
Version du rapport :	18/09/18	Date d'analyse :	22/08/2018
<i>Vos références</i>			
Réf. affaire :	COMETE ENGINNERING INTERNATIONAL 02 08 2018	Date demande :	02/08/2018
Réf. demandeur :		Transporteur :	TNT
Réf. échantillon :	YHOMBOH Gladys Caladeij		

RAPPORT D'ANALYSE					
<i>Paramètres</i>	<i>Info segment</i>	<i>Résultats</i>	<i>Unités</i>	<i>LQ</i>	<i>Valeurs normales</i>
Méthode : Dosage multi-élémentaire par ICP-MS					
Mercure	0-2cm	108.36	µg/g	0.020	0.044 - 1.74
Mercure	0-2cm	111.3	µg/g	0.020	0.044 - 1.74

LQ : Limite de quantification. Les LQ sont fournies à titre indicatif. Elles sont sous la responsabilité du laboratoire et fonction de la matrice.

Dr. Vincent CIRIMELE

Directeur Scientifique



LEOPOLD MBOUA
COMETE ENGINNERING
Immeuble COMETE
Avenue Hédi Karray
BP: 97
1082 Tunis Maharajène

<i>Nos références</i>			
Code Affaire :	18A3224	Matrice :	Cheveux
N° échantillon :	18-05397	Date de réception :	02/08/2018
Version du rapport :		Date d'analyse :	22/08/2018
<i>Vos références</i>			
Réf. affaire :	COMETE ENGINNERING INTERNATIONAL 02 08 2018	Date demande :	02/08/2018
Réf. demandeur :		Transporteur :	TNT
Réf. échantillon :	BELACK Stella		

RAPPORT D'ANALYSE					
<i>Paramètres</i>	<i>Info segment</i>	<i>Résultats</i>	<i>Unités</i>	<i>LQ</i>	<i>Valeurs normales</i>
Méthode : Dosage multi-élémentaire par ICP-MS					
Mercuré	0-2cm	4.01	µg/g	0.020	0.044 - 1.74

LQ : Limite de quantification. Les LQ sont fournies à titre indicatif. Elles sont sous la responsabilité du laboratoire et fonction de la matrice.

Dr. Vincent CIRIMELE

Directeur Scientifique



LEOPOLD MBOUA
COMETE ENGINNERING
Immeuble COMETE
Avenue Hédi Karray
BP: 97
1082 Tunis Maharajéne

<i>Nos références</i>			
Code Affaire :	18A3224	Matrice :	Cheveux
N° échantillon :	18-05398	Date de réception :	02/08/2018
Version du rapport :		Date d'analyse :	22/08/2018
<i>Vos références</i>			
Réf. affaire :	COMETE ENGINNERING INTERNATIONAL 02 08 2018	Date demande :	02/08/2018
Réf. demandeur :		Transporteur :	TNT
Réf. échantillon :	EKABE Moïse		

RAPPORT D'ANALYSE					
<i>Paramètres</i>	<i>Info segment</i>	<i>Résultats</i>	<i>Unités</i>	<i>LQ</i>	<i>Valeurs normales</i>
Méthode : Dosage multi-élémentaire par ICP-MS					
Mercuré	0-2cm	1.54	µg/g	0.020	0.044 - 1.74

LQ : Limite de quantification. Les LQ sont fournies à titre indicatif. Elles sont sous la responsabilité du laboratoire et fonction de la matrice.

Dr. Vincent CIRIMELE

Directeur Scientifique



LEOPOLD MBOUA
COMETE ENGINNERING
Immeuble COMETE
Avenue Hédi Karray
BP: 97
1082 Tunis Maharajène

<i>Nos références</i>			
Code Affaire :	18A3224	Matrice :	Cheveux
N° échantillon :	18-05399	Date de réception :	02/08/2018
Version du rapport :		Date d'analyse :	22/08/2018
<i>Vos références</i>			
Réf. affaire :	COMETE ENGINNERING INTERNATIONAL 02 08 2018	Date demande :	02/08/2018
Réf. demandeur :		Transporteur :	TNT
Réf. échantillon :	SAMAKI SOULE Jonathan		

RAPPORT D'ANALYSE					
<i>Paramètres</i>	<i>Info segment</i>	<i>Résultats</i>	<i>Unités</i>	<i>LQ</i>	<i>Valeurs normales</i>
Méthode : Dosage multi-élémentaire par ICP-MS					
Mercuré	0-0.2cm	1.26	µg/g	0.020	0.044 - 1.74

LQ : Limite de quantification. Les LQ sont fournies à titre indicatif. Elles sont sous la responsabilité du laboratoire et fonction de la matrice.

Dr. Vincent CIRIMELE

Directeur Scientifique



LEOPOLD MBOUA
COMETE ENGINNERING
Immeuble COMETE
Avenue Hédi Karray
BP: 97
1082 Tunis Maharajène

<i>Nos références</i>			
Code Affaire :	18A3224	Matrice :	Cheveux
N° échantillon :	18-05400	Date de réception :	02/08/2018
Version du rapport :		Date d'analyse :	22/08/2018
<i>Vos références</i>			
Réf. affaire :	COMETE ENGINNERING INTERNATIONAL 02 08 2018	Date demande :	02/08/2018
Réf. demandeur :		Transporteur :	TNT
Réf. échantillon :	ESSAME Marcelle		

RAPPORT D'ANALYSE					
<i>Paramètres</i>	<i>Info segment</i>	<i>Résultats</i>	<i>Unités</i>	<i>LQ</i>	<i>Valeurs normales</i>
Méthode : Dosage multi-élémentaire par ICP-MS					
Mercuré	0-0.5cm	3.37	µg/g	0.020	0.044 - 1.74

LQ : Limite de quantification. Les LQ sont fournies à titre indicatif. Elles sont sous la responsabilité du laboratoire et fonction de la matrice.

Dr. Vincent CIRIMELE

Directeur Scientifique



LEOPOLD MBOUA
COMETE ENGINNERING
Immeuble COMETE
Avenue Hédi Karray
BP: 97
1082 Tunis Maharajène

<i>Nos références</i>			
Code Affaire :	18A3224	Matrice :	Cheveux
N° échantillon :	18-05401	Date de réception :	02/08/2018
Version du rapport :		Date d'analyse :	22/08/2018
<i>Vos références</i>			
Réf. affaire :	COMETE ENGINNERING INTERNATIONAL 02 08 2018	Date demande :	02/08/2018
Réf. demandeur :		Transporteur :	TNT
Réf. échantillon :	MBEKE Vanessa		

RAPPORT D'ANALYSE					
<i>Paramètres</i>	<i>Info segment</i>	<i>Résultats</i>	<i>Unités</i>	<i>LQ</i>	<i>Valeurs normales</i>
Méthode : Dosage multi-élémentaire par ICP-MS					
Mercuré	0-3cm	0.91	µg/g	0.020	0.044 - 1.74

LQ : Limite de quantification. Les LQ sont fournies à titre indicatif. Elles sont sous la responsabilité du laboratoire et fonction de la matrice.

Dr. Vincent CIRIMELE

Directeur Scientifique



LEOPOLD MBOUA
COMETE ENGINNERING
Immeuble COMETE
Avenue Hédi Karray
BP: 97
1082 Tunis Maharajéne

<i>Nos références</i>			
Code Affaire :	18A3224	Matrice :	Cheveux
N° échantillon :	18-05402	Date de réception :	02/08/2018
Version du rapport :		Date d'analyse :	22/08/2018
<i>Vos références</i>			
Réf. affaire :	COMETE ENGINNERING INTERNATIONAL 02 08 2018	Date demande :	02/08/2018
Réf. demandeur :		Transporteur :	TNT
Réf. échantillon :	LESLI Laurentine		

RAPPORT D'ANALYSE					
<i>Paramètres</i>	<i>Info segment</i>	<i>Résultats</i>	<i>Unités</i>	<i>LQ</i>	<i>Valeurs normales</i>
Méthode : Dosage multi-élémentaire par ICP-MS					
Mercuré	0-2cm	0.76	µg/g	0.020	0.044 - 1.74

LQ : Limite de quantification. Les LQ sont fournies à titre indicatif. Elles sont sous la responsabilité du laboratoire et fonction de la matrice.

Dr. Vincent CIRIMELE

Directeur Scientifique



LEOPOLD MBOUA
COMETE ENGINNERING
Immeuble COMETE
Avenue Hédi Karray
BP: 97
1082 Tunis Maharajène

<i>Nos références</i>			
Code Affaire :	18A3224	Matrice :	Cheveux
N° échantillon :	18-05403	Date de réception :	02/08/2018
Version du rapport :		Date d'analyse :	22/08/2018
<i>Vos références</i>			
Réf. affaire :	COMETE ENGINNERING INTERNATIONAL 02 08 2018	Date demande :	02/08/2018
Réf. demandeur :		Transporteur :	TNT
Réf. échantillon :	KEHPATOU Jeannette		

RAPPORT D'ANALYSE					
<i>Paramètres</i>	<i>Info segment</i>	<i>Résultats</i>	<i>Unités</i>	<i>LQ</i>	<i>Valeurs normales</i>
Méthode : Dosage multi-élémentaire par ICP-MS					
Mercuré	0-4cm	0.23	µg/g	0.020	0.044 - 1.74

LQ : Limite de quantification. Les LQ sont fournies à titre indicatif. Elles sont sous la responsabilité du laboratoire et fonction de la matrice.

Dr. Vincent CIRIMELE

Directeur Scientifique



LEOPOLD MBOUA
COMETE ENGINNERING
Immeuble COMETE
Avenue Hédi Karray
BP: 97
1082 Tunis Maharajéne

<i>Nos références</i>			
Code Affaire :	18A3224	Matrice :	Cheveux
N° échantillon :	18-05404	Date de réception :	02/08/2018
Version du rapport :		Date d'analyse :	22/08/2018
<i>Vos références</i>			
Réf. affaire :	COMETE ENGINNERING INTERNATIONAL 02 08 2018	Date demande :	02/08/2018
Réf. demandeur :		Transporteur :	TNT
Réf. échantillon :	OBELE Bernard		

RAPPORT D'ANALYSE					
<i>Paramètres</i>	<i>Info segment</i>	<i>Résultats</i>	<i>Unités</i>	<i>LQ</i>	<i>Valeurs normales</i>
Méthode : Dosage multi-élémentaire par ICP-MS					
Mercuré	0-3cm	0.96	µg/g	0.020	0.044 - 1.74

LQ : Limite de quantification. Les LQ sont fournies à titre indicatif. Elles sont sous la responsabilité du laboratoire et fonction de la matrice.

Dr. Vincent CIRIMELE

Directeur Scientifique



LEOPOLD MBOUA
COMETE ENGINEERING
Immeuble COMETE
Avenue Hédi Karray
BP: 97
1082 Tunis Maharajène

<i>Nos références</i>			
Code Affaire :	18A3224	Matrice :	Cheveux
N° échantillon :	18-05405	Date de réception :	02/08/2018
Version du rapport :		Date d'analyse :	22/08/2018
<i>Vos références</i>			
Réf. affaire :	COMETE ENGINEERING INTERNATIONAL 02 08 2018	Date demande :	02/08/2018
Réf. demandeur :		Transporteur :	TNT
Réf. échantillon :	MBOUA Etienne		

RAPPORT D'ANALYSE					
<i>Paramètres</i>	<i>Info segment</i>	<i>Résultats</i>	<i>Unités</i>	<i>LQ</i>	<i>Valeurs normales</i>
Méthode : Dosage multi-élémentaire par ICP-MS					
Mercuré	0-0.2cm	1.64	µg/g	0.020	0.044 - 1.74

LQ : Limite de quantification. Les LQ sont fournies à titre indicatif. Elles sont sous la responsabilité du laboratoire et fonction de la matrice.

Dr. Vincent CIRIMELE

Directeur Scientifique



LEOPOLD MBOUA
COMETE ENGINNERING
Immeuble COMETE
Avenue Hédi Karray
BP: 97
1082 Tunis Maharajène

<i>Nos références</i>			
Code Affaire :	18A3224	Matrice :	Cheveux
N° échantillon :	18-05406	Date de réception :	02/08/2018
Version du rapport :		Date d'analyse :	22/08/2018
<i>Vos références</i>			
Réf. affaire :	COMETE ENGINNERING INTERNATIONAL 02 08 2018	Date demande :	02/08/2018
Réf. demandeur :		Transporteur :	TNT
Réf. échantillon :	WAN		

RAPPORT D'ANALYSE					
<i>Paramètres</i>	<i>Info segment</i>	<i>Résultats</i>	<i>Unités</i>	<i>LQ</i>	<i>Valeurs normales</i>
Méthode : Dosage multi-élémentaire par ICP-MS					
Mercuré	0-9cm	2.68	µg/g	0.020	0.044 - 1.74

LQ : Limite de quantification. Les LQ sont fournies à titre indicatif. Elles sont sous la responsabilité du laboratoire et fonction de la matrice.

Dr. Vincent CIRIMELE

Directeur Scientifique



LEOPOLD MBOUA
COMETE ENGINEERING
Immeuble COMETE
Avenue Hédi Karray
BP: 97
1082 Tunis Maharajène

<i>Nos références</i>			
Code Affaire :	18A3224	Matrice :	Cheveux
N° échantillon :	18-05407	Date de réception :	02/08/2018
Version du rapport :		Date d'analyse :	22/08/2018
<i>Vos références</i>			
Réf. affaire :	COMETE ENGINEERING INTERNATIONAL 02 08 2018	Date demande :	02/08/2018
Réf. demandeur :		Transporteur :	TNT
Réf. échantillon :	ISMAELA Moctar		

RAPPORT D'ANALYSE					
<i>Paramètres</i>	<i>Info segment</i>	<i>Résultats</i>	<i>Unités</i>	<i>LQ</i>	<i>Valeurs normales</i>
Méthode : Dosage multi-élémentaire par ICP-MS					
Mercuré	0-0.3cm	0.68	µg/g	0.020	0.044 - 1.74

LQ : Limite de quantification. Les LQ sont fournies à titre indicatif. Elles sont sous la responsabilité du laboratoire et fonction de la matrice.

Dr. Vincent CIRIMELE

Directeur Scientifique



LEOPOLD MBOUA
COMETE ENGINNERING
Immeuble COMETE
Avenue Hédi Karray
BP: 97
1082 Tunis Maharajène

<i>Nos références</i>			
Code Affaire :	18A3224	Matrice :	Cheveux
N° échantillon :	18-05408	Date de réception :	02/08/2018
Version du rapport :		Date d'analyse :	22/08/2018
<i>Vos références</i>			
Réf. affaire :	COMETE ENGINNERING INTERNATIONAL 02 08 2018	Date demande :	02/08/2018
Réf. demandeur :		Transporteur :	TNT
Réf. échantillon :	MAEVA Danselle		

RAPPORT D'ANALYSE					
<i>Paramètres</i>	<i>Info segment</i>	<i>Résultats</i>	<i>Unités</i>	<i>LQ</i>	<i>Valeurs normales</i>
Méthode : Dosage multi-élémentaire par ICP-MS					
Mercuré	0-2cm	0.46	µg/g	0.020	0.044 - 1.74

LQ : Limite de quantification. Les LQ sont fournies à titre indicatif. Elles sont sous la responsabilité du laboratoire et fonction de la matrice.

Dr. Vincent CIRIMELE

Directeur Scientifique



LEOPOLD MBOUA
COMETE ENGINNERING
Immeuble COMETE
Avenue Hédi Karray
BP: 97
1082 Tunis Maharajène

<i>Nos références</i>			
Code Affaire :	18A3224	Matrice :	Cheveux
N° échantillon :	18-05409	Date de réception :	02/08/2018
Version du rapport :		Date d'analyse :	22/08/2018
<i>Vos références</i>			
Réf. affaire :	COMETE ENGINNERING INTERNATIONAL 02 08 2018	Date demande :	02/08/2018
Réf. demandeur :		Transporteur :	TNT
Réf. échantillon :	DEBOIS Margo		

RAPPORT D'ANALYSE					
<i>Paramètres</i>	<i>Info segment</i>	<i>Résultats</i>	<i>Unités</i>	<i>LQ</i>	<i>Valeurs normales</i>
Méthode : Dosage multi-élémentaire par ICP-MS					
Mercuré	0-0.3cm	0.58	µg/g	0.020	0.044 - 1.74

LQ : Limite de quantification. Les LQ sont fournies à titre indicatif. Elles sont sous la responsabilité du laboratoire et fonction de la matrice.

Dr. Vincent CIRIMELE

Directeur Scientifique



LEOPOLD MBOUA
COMETE ENGINNERING
Immeuble COMETE
Avenue Hédi Karray
BP: 97
1082 Tunis Maharajène

<i>Nos références</i>			
Code Affaire :	18A3224	Matrice :	Cheveux
N° échantillon :	18-05410	Date de réception :	02/08/2018
Version du rapport :		Date d'analyse :	22/08/2018
<i>Vos références</i>			
Réf. affaire :	COMETE ENGINNERING INTERNATIONAL 02 08 2018	Date demande :	02/08/2018
Réf. demandeur :		Transporteur :	TNT
Réf. échantillon :	KWE KWE Dieudonné		

RAPPORT D'ANALYSE					
<i>Paramètres</i>	<i>Info segment</i>	<i>Résultats</i>	<i>Unités</i>	<i>LQ</i>	<i>Valeurs normales</i>
Méthode : Dosage multi-élémentaire par ICP-MS					
Mercuré	0-0.5cm	1.47	µg/g	0.020	0.044 - 1.74

LQ : Limite de quantification. Les LQ sont fournies à titre indicatif. Elles sont sous la responsabilité du laboratoire et fonction de la matrice.

Dr. Vincent CIRIMELE

Directeur Scientifique



LEOPOLD MBOUA
COMETE ENGINNERING
Immeuble COMETE
Avenue Hédi Karray
BP: 97
1082 Tunis Maharajène

<i>Nos références</i>			
Code Affaire :	18A3224	Matrice :	Cheveux
N° échantillon :	18-05411	Date de réception :	02/08/2018
Version du rapport :		Date d'analyse :	22/08/2018
<i>Vos références</i>			
Réf. affaire :	COMETE ENGINNERING INTERNATIONAL 02 08 2018	Date demande :	02/08/2018
Réf. demandeur :		Transporteur :	TNT
Réf. échantillon :	DOUDOU Amélie		

RAPPORT D'ANALYSE					
<i>Paramètres</i>	<i>Info segment</i>	<i>Résultats</i>	<i>Unités</i>	<i>LQ</i>	<i>Valeurs normales</i>
Méthode : Dosage multi-élémentaire par ICP-MS					
Mercuré	0-3cm	0.08	µg/g	0.020	0.044 - 1.74

LQ : Limite de quantification. Les LQ sont fournies à titre indicatif. Elles sont sous la responsabilité du laboratoire et fonction de la matrice.

Dr. Vincent CIRIMELE

Directeur Scientifique



LEOPOLD MBOUA
COMETE ENGINNERING
Immeuble COMETE
Avenue Hédi Karray
BP: 97
1082 Tunis Maharajène

<i>Nos références</i>			
Code Affaire :	18A3224	Matrice :	Cheveux
N° échantillon :	18-05412	Date de réception :	02/08/2018
Version du rapport :		Date d'analyse :	22/08/2018
<i>Vos références</i>			
Réf. affaire :	COMETE ENGINNERING INTERNATIONAL 02 08 2018	Date demande :	02/08/2018
Réf. demandeur :		Transporteur :	TNT
Réf. échantillon :	YADE Jean Claude		

RAPPORT D'ANALYSE					
<i>Paramètres</i>	<i>Info segment</i>	<i>Résultats</i>	<i>Unités</i>	<i>LQ</i>	<i>Valeurs normales</i>
Méthode : Dosage multi-élémentaire par ICP-MS					
Mercuré	0-1cm	0.57	µg/g	0.020	0.044 - 1.74

LQ : Limite de quantification. Les LQ sont fournies à titre indicatif. Elles sont sous la responsabilité du laboratoire et fonction de la matrice.

Dr. Vincent CIRIMELE

Directeur Scientifique



LEOPOLD MBOUA
COMETE ENGINNERING
Immeuble COMETE
Avenue Hédi Karray
BP: 97
1082 Tunis Maharajène

<i>Nos références</i>			
Code Affaire :	18A3224	Matrice :	Cheveux
N° échantillon :	18-05413	Date de réception :	02/08/2018
Version du rapport :		Date d'analyse :	22/08/2018
<i>Vos références</i>			
Réf. affaire :	COMETE ENGINNERING INTERNATIONAL 02 08 2018	Date demande :	02/08/2018
Réf. demandeur :		Transporteur :	TNT
Réf. échantillon :	ZO'O Madeleine		

RAPPORT D'ANALYSE					
<i>Paramètres</i>	<i>Info segment</i>	<i>Résultats</i>	<i>Unités</i>	<i>LQ</i>	<i>Valeurs normales</i>
Méthode : Dosage multi-élémentaire par ICP-MS					
Mercuré	0-1cm	1.13	µg/g	0.020	0.044 - 1.74

LQ : Limite de quantification. Les LQ sont fournies à titre indicatif. Elles sont sous la responsabilité du laboratoire et fonction de la matrice.

Dr. Vincent CIRIMELE

Directeur Scientifique



LEOPOLD MBOUA
COMETE ENGINNERING
Immeuble COMETE
Avenue Hédi Karray
BP: 97
1082 Tunis Maharajène

<i>Nos références</i>			
Code Affaire :	18A3224	Matrice :	Cheveux
N° échantillon :	18-05414	Date de réception :	02/08/2018
Version du rapport :		Date d'analyse :	22/08/2018
<i>Vos références</i>			
Réf. affaire :	COMETE ENGINNERING INTERNATIONAL 02 08 2018	Date demande :	02/08/2018
Réf. demandeur :		Transporteur :	TNT
Réf. échantillon :	NDOKE SEWAN Bernard		

RAPPORT D'ANALYSE					
<i>Paramètres</i>	<i>Info segment</i>	<i>Résultats</i>	<i>Unités</i>	<i>LQ</i>	<i>Valeurs normales</i>
Méthode : Dosage multi-élémentaire par ICP-MS					
Mercuré	0-0.3cm	0.95	µg/g	0.020	0.044 - 1.74

LQ : Limite de quantification. Les LQ sont fournies à titre indicatif. Elles sont sous la responsabilité du laboratoire et fonction de la matrice.

Dr. Vincent CIRIMELE

Directeur Scientifique



LEOPOLD MBOUA
COMETE ENGINEERING
Immeuble COMETE
Avenue Hédi Karray
BP: 97
1082 Tunis Maharajène

<i>Nos références</i>			
Code Affaire :	18A3224	Matrice :	Cheveux
N° échantillon :	18-05415	Date de réception :	02/08/2018
Version du rapport :		Date d'analyse :	22/08/2018
<i>Vos références</i>			
Réf. affaire :	COMETE ENGINEERING INTERNATIONAL 02 08 2018	Date demande :	02/08/2018
Réf. demandeur :		Transporteur :	TNT
Réf. échantillon :	MBOUA Franklin		

RAPPORT D'ANALYSE					
<i>Paramètres</i>	<i>Info segment</i>	<i>Résultats</i>	<i>Unités</i>	<i>LQ</i>	<i>Valeurs normales</i>
Méthode : Dosage multi-élémentaire par ICP-MS					
Mercuré	0-0.2cm	1.00	µg/g	0.020	0.044 - 1.74

LQ : Limite de quantification. Les LQ sont fournies à titre indicatif. Elles sont sous la responsabilité du laboratoire et fonction de la matrice.

Dr. Vincent CIRIMELE

Directeur Scientifique

