

Géologie et ressources naturelles en Afrique centrale, impact sociétal et développement durable

Conférence internationale

05 - 07 décembre 2023

Université Marien Ngouabi, Brazzaville - République du Congo

Livre des Résumés



Geologica Belgica Conference Proceedings nr 5

Geologica Belgica Conference Proceedings

VOLUME 5 (2024)

date of publication May 2024

1^{ère} Conférence internationale

**05-07 décembre 2023 – Université Marien Ngouabi, Brazzaville,
République du Congo**

**Géologie et ressources naturelles en Afrique centrale,
impact sociétal et développement durable**

Conference abstract book

Volume editors

Damien DELVAUX¹, Pascale LAHOUE¹, Florent BOUDZOU MOU² & Roland KAKULE³

¹ Musée royal de l'Afrique Centrale, 3080 Tervuren, Belgique

² Université Marien Ngouabi, Brazzaville, République du Congo

³ Centre de Recherches Géologiques et Minières, République Démocratique du Congo

ISBN 978-2-9601402-4-8

Available online <https://doi.org/10.20341/gbcp.vol5>

Journal editor

Annick ANCEAU – University of Liege, Dep. ARGENCO / Gemme-Geo3
Bât. B52/3 – 4000 Liège, Belgium (a.anceau@uliege.be)

Publication address: Geologica Belgica, Jenner street 13, B-1000 Brussels, Belgium

© Geologica Belgica

ISSN (online) 2593-6670

Verantwoordelijke uitgever :

A. ANCEAU
Jennerstraat 13
1000 Brussel

Editeur responsable :

A. ANCEAU
Rue Jenner, 13
1000 Bruxelles



CONFERENCE INTERNATIONALE



GÉOLOGIE ET RESSOURCES NATURELLES EN AFRIQUE CENTRALE, IMPACT SOCIÉTAL ET DÉVELOPPEMENT DURABLE



5 -7 décembre 2023

Congo, Brazzaville, Université Marien Ngouabi

Thèmes

- Géoressources minérales
- Géologie sociétale
- Développement durable

Comité de la conférence

Florent Boudzoumou (UMNG, République du Congo)
Pascale Lahogue (MRAC, Belgique)
Roland Kakule (CRGM, République démocratique du Congo)

Comité d'organisation

Université Marien Ngouabi, Brazzaville, République du Congo

Florent Boudzoumou
Hilaire Elenga
Timothée Miyouna
Edmond Nicaise Malanda Nimy
Nehl Kobawila

Centre de Recherches Géologique et Minières, République démocratique du Congo

Roland Kakule

Musée royal de l'Afrique centrale, Tervuren, Belgique (Projet GeoRes4Dev)

Pascale Lahogue
Imen Arfaoui
Damien Delvaux
Camille François

Site Web de la conférence : <https://www.georessourcesdurables.org/>

Site Web du projet GeoRes4Dev : <https://geores4dev.africamuseum.be>



Sponsors





Introduction

La 1^{ère} édition de la Conférence internationale **Géologie et Ressources Naturelles en Afrique centrale, Impact Sociétal et Développement Durable** eu lieu du 05 au 07 décembre 2023 à l'Université Marien Ngouabi à Brazzaville, en République du Congo. Elle a été organisée sur base d'une coopération Nord-Sud et Sud-Sud entre l'Université Marien Ngouabi (Brazzaville, République du Congo), le Centre de Recherches Géologiques et Minières (Kinshasa, R.D. Congo) et le Musée royal de l'Afrique centrale (Tervuren, Belgique).

Elle clôturait la première phase du projet GeoRes4Dev (Georesources for Development) du programme Accord-Cadre entre le Musée royal de l'Afrique centrale (MRAC) et la Direction Générale Coopération au développement et Aide humanitaire de Belgique (DGD), principal bailleur de fond de la conférence. Ce projet vise à amener l'exploitation des ressources minérales, et plus largement de toutes les ressources naturelles, à contribuer davantage à un développement local durable et soutenable dans les pays producteurs. La concrétisation de cet objectif implique que la communauté géologique locale acquière les compétences qui doivent permettre de conseiller les autorités compétentes afin d'améliorer leur prise de décision dans ce secteur.

L'objectif de la conférence était de mobiliser les recherches sur les géoressources et leur impact sociétal, dans le contexte d'une gestion intégrée et d'un développement durable. Elle visait également à promouvoir les connaissances géologiques, minières, hydrogéologiques et environnementales en Afrique centrale. Elle couvrait 3 grands thèmes : Géoressources minérales, Géologie sociétale et Développement durable ; et 3 volets : (i) l'état des connaissances sur la géologie de l'Afrique centrale, (ii) l'intérêt sociétal des travaux géologiques, (iii) la conception et la gestion des bases des données géologiques en support de la recherche et des décisions locales. Il y eut 150 participants inscrits et 50 participants libres (étudiants principalement), venant, outre des pays organisateurs (RDC, RC, Belgique), du Burundi, du Cameroun, du Gabon, de Madagascar, du Sénégal et du Tchad.

La conférence a été ouverte par le Ministre d'État, Ministre des Industries minières et de la Géologie de la République du Congo, **Mr Pierre OBA**, accompagné de la Ministre de l'Enseignement Supérieur, de la Recherche Scientifique et de l'Innovation Technologique de la République du Congo, **Mme Edith Delphine Emmanuelle née ADOUKI**. **Mr Bart Ouvry**, Directeur général du MRAC ainsi que **Mr Charlier**, Chargé d'Affaire en Pied de l'Ambassade de Belgique à Brazzaville ont également assisté à la conférence. Mr. Charlier a convié un grand nombre de participants à la conférence à une réception à la résidence de l'Ambassade. La conférence a ainsi pu contribuer à sensibiliser le monde politique à ces thématiques.

Il y a eu deux exposés phares, l'un du **Professeur Boudzoumou** sur la « Géologie de l'Afrique centrale : ressources naturelles, impact sociétal et développement durable » ; l'autre de **Mme Özlem Adiyaman Lopes**, Géologue, Spécialiste de programme au Secteur des Sciences naturelles de l'UNESCO sur « Pourquoi l'UNESCO vise à promouvoir la reconnaissance du patrimoine géologique et les géoparcs mondiaux en Afrique ? »



La conférence été organisée en 9 sessions : Ressources minières, Société, Activités anthropiques et Environnement ; Géodynamique ; Géohéritage ; Karst ; Géologie et géoressources ; Géorisques ; Ressources en eau ; Géomatériaux ; Minéralisations ; Sédimentologie. Un total de 58 présentations orales, en présentiel ou en vidéoconférence, ainsi que 33 posters ont été présentés sur les 3 jours. Ce livre des résumés comprend les résumés des participants. Nous remercions la société GEOLOGICA BELGICA LUXEMBURGA Scientia & Professionis ASBL d'en avoir accepté la publication dans la série Geologica Belgica Conference Proceedings.

Trois prix ont été attribués à l'issue de la conférence à des jeunes chercheurs :

- Le prix de la meilleure participation féminine, attribué par « AS Building » de Brazzaville, a été remis à Vicky Tendresse Telange BOUENITELA, post-doctorante à l'Université Marien Ngouabi de Brazzaville.
- Le prix de la meilleure présentation orale, accordé par la « Commission de la Carte Géologique du Monde-CCGM », a été décerné à Onanga Guyghens BONGWELE, doctorant à l'Université de Kinshasa.
- Le prix du meilleur poster, attribué par le projet « GeoRiskA – GeoRisks in Africa » du Musée royal de l'Afrique centrale, a été remis à Evelyne SAFARI, doctorante à l'Université du Burundi.





Table of Contents

L'Afrique centrale face aux géorisques AKAME Joseph Martial, FRANCOIS Camille, DIAWARA Bandiougou, ADIYAMAN LOPES Özlem, DEWITTE Olivier, KERVYN François, MICHELLIER Caroline	1
Caractérisation de la microfaune benthique actuelle de Libreville et ses environs : foraminifères benthiques et ostracodes ANGUE MINTO'O Charlie Morelle, LOMBO TOMBO Swesslath, MEGNENG Mélissa, MUSAVU MOUSSAVOU Benjamin, BAYONNE ADDO Livith, MOUSSOUNDA MOUKAGNY Staël	3
Potentiel de réservoirs non conventionnels des hot shales en Afrique du Nord ARFAOUI Imen, HAMDY Omar, BOULVAIN Frédéric	4
Biocorrosion features and their potential impact on stalagmite U/Th dating within the karst system of the Kongo-Central region ARFAOUI Imen, VERHEYDEN Sophie, BAZEBIZONZA Nicy, NGALA Nadège, BOUDZOU MOU Florent, KAKULE Roland, DEGELTAGNE Jean Philippe, CHENG Hai, LAHOUE Pascale.....	5
Variations saisonnières des paramètres physico-chimiques et métaux lourds des eaux de surface du bassin versant de la Loutete dans la zone de Mfouati (Sud-Est du Congo) BASSAKOUAHOUE Gilbert, MBILOU Urbain Gampio.....	7
Influence de la lithostratigraphie et des structures tectoniques sur le développement des grottes. Cas du réseau des grottes de Mbelo à Madingou, République du Congo BAZEBIZONZA Nicy, SAMBA Prefina, NKODIA Hardy, BOUDZOU MOU Florent, ARFAOUI Imen, LAHOUE Pascale.....	8
Suspicion of mineralization from dark/blackish rock material cover in Yaounde gneisses (Cameroon) BISSAYA Roger	10
Substitution partielle du clinker par le mélange argile kaolinique - calcaire dans le système cimentaire pour la production d'un Eco-ciment. Cas des formations de Songololo en RD Congo BONGWELE Onanga G., KISONGA Manuku E., RIADH Ben Khalifa, ILITO LOFONGO D. P., KANDA NKULA V., WETSHONDO Osomba D.	11
Apport des données géochronologiques dans la compréhension de l'évolution de la Chaîne du Mayombe BOUENITELA Vicky Tendresse Telange, BALLEVRE Michel, BOUDZOU MOU Florent.....	13
Caractérisation pétrographique des roches métamorphiques de la Chaîne Ouest Congolienne du Mayombe BOUENITELA Vicky Tendresse Telange, BALLEVRE Michel, BOUDZOU MOU Florent, KEBITSOUMOU Sage Paternine Chandrich.....	15
Contribution à la base des données des signatures géochimiques des pré-concentrés de minerais des sites miniers de 3T à l'Est de la RDC BYAMUNGU Augustin, KITAMBALA Luc, BISIMWA Pascal, GANZA Gloire	16
Corrélations lithostratigraphiques entre les Supergroupes du Kivu (RDC) et de l'Akanyaru (Rwanda, Burundi) de la chaîne Karagwe-Ankole DELVAUX Damien, KALIKONE Christian, SAFARI Evelyne Nakito, BAUDET Daniel, NIMPAGARITSE Gérard, NAHIMANA Louis, FERNANDEZ-ALONSO Max.....	18
Planification minière et environnementale DEUDJIMBAYE Marambaye	20
Aperçu de la gestion intégrée de ressources en eau, synthèse hydrogéologique et proposition de scénarii de recharge artificielle des nappes du Sahel Doukkala (Bassin versant de l'Oued Oum Er'	



R'Bia), Maroc EKOUELE MBAKI Vivien Romaric , BOUKDIR Ahmed, ZITOUNI Abdelhamid, BARHAZI Larbi	21
Lithostratigraphie et analyse structurale des formations ferrifères du secteur de Toko-Nlokeng, Sud-Cameroun EVINA ABOULA Yannick Saturnin.....	23
Le séisme du 10 juin 2021 dans la ville minière de Kamituga, Rift du Kivu, RD. Congo FIAMA BONDO Silvanos, BWISHE HABARI Jean-Marie, YUMA MUCUMA Désire, KABEMBE CECI Marguerite, BYAMUNGU MATABARO David, BANDEKE BISIMWA Adolphe, NSIMBA LANDU Christian.....	25
Projet PICG 667 : Carte Mondiale des Orogènes Evolution des orogènes à travers le temps et l'espace FRANCOIS Camille, AKAME Joseph Martial, PUBELLIER Manuel, ROBERT Christian, BOUSQUET Romain & the IGCP 667 Team	27
La géochimie des micas blancs : Outil de prospection minérale pour la découverte de pegmatite à Niobium-Tantale et Etain. Cas du Nord Est du Burundi FURAHA Ghislain, NAHIMANA Louis, NIMPAGARITSE Gérard, DELVAUX Damien, DEWAELE Stijn	28
Contribution à la caractérisation des marqueurs tectoniques cassants en Afrique centrale : Focus sur la région du rift du Kivu en République Démocratique du Congo GANZA Gloire, WAZI Nandefo, MAKUTU Adalbert, KANIKA Thomas, DELVAUX Damien.....	30
Détermination des associations pétrographiques du minerai de fer et de sa gangue dans la formation de fer rubanée (BIF), gisement de Nabeba, nord-ouest de la République du Congo GATSE EBOTEHOUNA Chesther, OTONGO Judicael, BANGA NDZON Hermann Brejnev.....	32
La Structure "Kiri High" dans le bassin du Congo. Un haut gravimétrique ou structural ? KADIMA K. Étienne, KIPATA M. Louis, MULUMBA M. Jean-Luc, SEBAGENZI M.N. Stanislas.....	34
Pegmatite zonation and muscovite as a geochemical indicator for tin-tantalum-tungsten mineralization: A field and mineral chemical study of the Kalehe and Idjwi areas, Democratic Republic of Congo KALIKONE C., BORST A.M., NAHIMANA L., NZOLANG C., NIMPAGARITSE G., BATUMIKE J.M., RUMANYA R., KEZIMANA L.F., DELVAUX D., DEWAELE S.	37
Les enjeux miniers et son impact socio-économique dans le territoire de Walikale KAMBALE SIMSI Bienfait.....	38
Caractérisation des radionucléides et aperçu de leurs risques radiologiques dans le bassin sédimentaire côtier congolais (République du Congo) KAYA Freddy Cacharel, LAISSAOUI Abdelmoughit, AIT BOUH Hasna, ELENGA Hilaire, SEBBAR Mohamed, BENKDAD Azzouz, DALLOU Guy Blanchard	39
The challenge of sustainable development facing natural hazard risks in an African mountainous region	42
KERVYN François, DEWITTE Olivier, MICHELLIER Caroline, SMETS Benoît, LAGHMOUCH Mohamed, ASHEPET Mercy, DENEIJS Axel, DILLE Antoine, BARRIERE Julien, ILOMBE MAWE Guy, KANYIGINYA Violet, KATEMBO Hugues, MAKI MATESSO Jean-Claude, MUGARUKA BIBENTYO Bibentyo Toussaint, MAFUKO NYANDWI Nyandwi Blaise, NSABIMANA Jean, d'OREYE Nicolaoas, OTH Adrien, SUBIRA Josué, MUHASHI Habiyaemye François, NDAYISENGA Aloys, NZOLANG Charles, TWONGYIRWE Ronald	42
Mauvaise gouvernance des revenus dans les pays riches en ressources minérales KIBAMBE MUTAMBA Boni.....	46
Éléments Traces Métalliques dans les terrains superficiels et les eaux de surface de la ville de Likasi et ses environs : Discrimination entre héritage géologique et exploitation minière au Katanga méridional en RDC KIDYANYAMA NGOY Théophile, MEES Florias, De PUTTER Thierry, KIPATA Louis	47



Impact des cimetières sur la qualité des eaux souterraines et de surface dans le territoire congolais : Cas de Loukanga Kintono KINTONO Hathor Régina	50
Caractérisation de la pouzzolanité de basalte du massif de Mukimbungu à Kasi dans le système cimentaire pour la production d'un ciment bas-carbone au Kongo Central KISONGA MANUKU Eric, BONGWELE ONANGA Guy, MUKEBA CIKALA Louis, SEKE VANGU Max, UUCHI Parician, MASAKA NKUELO Dorcas, ILITO LOFONGO Daddy Patrick, WETSHONDO OSOMBA Dominique.....	51
Modèle structural du Francevillien B et implication sur l'enrichissement supergène des sites de Bangombe et d'Okouma, au Gabon KOMBI DIKONGO Vincent, NDONGO Alexis, LIGNA Cédric, ANDRE Grégoire, MOUSSAVOU Mathieu.....	55
Ferro-potassic alkali-calci granites from Dschang: geochemistry and U-Pb data constraint of the Pan-African continental crust evolution (West-Cameroon) KWEKAM Maurice, FOZING Eric Martial, TCHEUMENAK Kouémo Jules, NJOFANG Emmanuel	57
Ngovo, Kongo-Central, RDC, une grotte de grand intérêt scientifique et touristique LAHOGUE P., NGALA N., ARFAOUI I., THIJENIRA A., NKODIA H., BAZEBIZONZA N., LUTETE J., LIBS B., LIBS J., LAUMANN M., DEGLETAGNE J.-Ph., DELVAUX D.	58
Geochemistry, petrogenesis, and tectonics of Elogo complex basic and ultrabasic rocks in Ivindo Archean basement: Geodynamic and tectonic implications for the Congo craton greenstone belts LEKEBA MAKAMBA Nelson, MATIABA-BAZIKA Ulrich Verne , BOUENITELA Vicky Tendresse Télange, BOUDZOU MOU Florent	60
Environnement de dépôt, mode de formation et origine de la silice des cherts du bassin d'Okondja, Groupe Francevillien (2.2 Ga), Sud-Est Gabon LIGNA Cédric, SAWAKI Yusuke, MOUSSAVOU Mathieu	61
Etude des roches paléoprotérozoïques de la région de Kimeza (Kongo Central, RD Congo) LOVE PAY Aimée, BAUDET Daniel, KANDA NKULA Valentin, TACK Luc, KITAMBALA Nicole.....	63
Fonctionnement et évolution des tourbières des Plateaux Batéké en République du Congo : implications paléoclimatique et paléoenvironnementale LUNGELA TCHIMPA Henrique Gloire, IFO Suspense Averti, GARCIN Yannick, GANDOIS Laure, HATTÉ Christine, ELENGA Hilaire	64
Caractérisation hydrogéochimique des eaux des formations karstiques au Sud de Mbanza-Ngungu LUTETE Junior, KANDA Valentin, MBUDI Clément	66
Etude hydrogéologique et évaluation de la contamination des eaux de surface et souterraines par les polluants métalliques à Lubumbashi MADHASI Brigitte, LUNDA Jean-Marie, DE PUTTER Thierry	69
Géochimie, pétrogenèse des roches basiques et ultrabasiques du complexe d'Elogo dans le socle archéen de l'Ivindo : Implications géodynamiques des ceintures de roches vertes du craton du Congo MAKAMBA LEKEBA Nelson, MATIABA-BAZIKA Ulrich Verne, BOUENITELA Vicky Tendresse Télange, BOUDZOU MOU Florent	71
Découverte d'empreintes de Dinosaures dans la Formation du Stanley Pool au Gabon MAKAYA M'VOUBOU, MOUSSAVU Mathieu, LIGNA Cédric.....	72
Caractérisation du fonctionnement des hydro-systèmes du bassin du Fleuve Congo et impacts du changement climatique sur les écoulements MALANDA Edmond, BAYONNE Sandra, BISSEMO Grace, MOUKANDI Guy	74



Pétrogenèse de la formation de Kyandamu dans le Supergroupe du Katanga. Apport de la géochimie dans la compréhension paléogéographique du bassin MALANGO Samy, De PUTTER Thierry, MASHALA Pierre, CAILTEUX Jacques.....	75
Inventaire du patrimoine géologique de la République du Congo cas de la Région de Loango MALONGA Boris Brell, WOLKOWICS Stanislaw, CHARLES Nicolas, DIAZ-MARTINEZ Enrique	77
Caractérisation lithostratigraphique et sédimentologique des formations superficielles de Kisangani au NE de la RD Congo : Origines, modes de transport et milieux de dépôt des sédiments du Supergroupe de la Cuvette centrale MASHAURI Faidance, MASHALA Pierre, MBUYULO Mokili..	79
Géochimie des metabasites du Complexe Nemba de la chaîne Ouest-Congo (République du Congo) : Implications pétrogénétiques et géodynamiques MATIABA-BAZIKA Ulrich Verne, BOUTENITELA Vicky Tendresse Télange, MAKAMBA LEKEBA Nelson, BOUDZOU MOU Florent	81
Impact de l'exploitation minière sur l'environnement : Stratégies de réhabilitation et de la valorisation du plateau de Biniomi après exploitation par l'imagerie satellite et drone MAYOMBO Juvenal, NDONGO Alexis, DIGALOU Logan, NZAMBA Humel Rod	82
Utilisation des indices de qualité et de pollution organique dans l'évaluation de la qualité physicochimique des eaux de surface de la ville de Brazzaville (Congo) MBIANDA NFONG-YA Orline Lesley, NZILA Jean de Dieu, LOUZAYADIO MVOUEZOLO Raison Félicien, NGUELET-MOUHAHA Isidore, MOUSSOKI NSONA Promesse, BONAZABA MILANDOU Longin Justin Clair, WANDO Georgy Patience, OUAMBA Jean Maurille.....	83
Etude de la qualité des eaux des puits et des rivières de la localité de Bouanza et ses environs (Département de la Bouenza, République du Congo) MBILOU Urbain Gampio, NKOMBO Germe, NGOUALA MABONZO Médard.....	84
Les minéraux accessoires à U, Th, ETR dans les grès et les conglomérats archéens du bassin de Pongola (Afrique du Sud) MEGNENG Melissa, PAGEL Maurice, ORBERGER Beate, HOFFMAN Axel..	85
Caractéristiques physico-chimiques des eaux de surface et souterraines du district de Bambama (département de la Lekoumou) : Origine de la minéralisation et potabilité des eaux MIASSOUKA MILANDOU Frejusse Fourier, MALANDA NIMY Edmond Nicaise, ESSOULI Olivier Florent.....	86
Grès de l'Inkisi : Dépôt d'un Super cône alluvial Ordovicien, d'Afrique centrale MIYOUNA Timothée, BOUDZOU MOU Florent, NKODIA Hardy Meddry Dieu-Veill, DELVAUX Damien	88
Caractérisation de l'exploitation artisanale d'une mine de polymétaux et son impact sur l'environnement : Cas de l'ancienne mine de Mfouati (Congo) MOUABI NZIHOU Belvain Marcero, MOUEBO BOUNGOU Michael, WATHA-NDOUDY Noel, NZILA Jean de Dieu	90
Actualisation des connaissances géologiques du Tchad et contribution à la clarification des contextes géodynamiques liés aux indices miniers reconnus dans le socle précambrien.....	92
MOUAAS Isseini, DJEROSSEM Félix	92
L'orpillage et son impact dans le secteur de Mayéyé (Massif du Chailu, Congo) MPASSI TSIBA Ulrich, WATHA-NDOUDY N., DIPAKAMA C.M., NZILA J.D., BOUDZOU MOU Florent	94
Etude géochimique des sols de la ville de Lubumbashi : Aspects socio-environnementaux MULONGO Sonia, BATUMIKE M. Jacques, MUHAYA Bamba, DE PUTTER Thierry, MEES Florias.....	96
Lithostratigraphie des formations géologiques du secteur de Mugote (Sud de l'île d'Idjwi), Sud Kivu, RD Congo MUMBERE MUTIMA Yves, MUHINDO MUSUBAO Bosco, OMBENI MUZINGWA Jonathan.....	98



Autres éléments géochronologiques sur le bassin de Mbuji-Mayi en RDC MUSAMBAYI BIAYI Crispin, NKONKO MULENDA Tyna , MAYIBA M. Téléphore	99
Contrôle lithostructural de la minéralisation aurifère et stannifère dans le Twangiza-Namoya Gold Belt : Lien avec la chaîne méso-néoproterozoïque Karagwe Ankole au Kivu (RD Congo) MUSHAMALIRWA Toussaint, NKERE Jaziel, DELVAUX Damien	101
Approche méthodologique pour l'identification de contexte géologique favorable à la présence de minéralisation de coltan : Cas de la chaîne Karagwe Ankole (KAB) NAHIMANA Louis, TURIMUMAHORO Denis, KALIKONE Christian	104
Teneurs en Eléments Traces Métalliques dans les terrains superficiels de la ville de Lubumbashi : Apports de l'exploitation minière et l'héritage géologique NDABEREYE Divine, DE PUTTER Thierry, MEES Florias, Mukalay Jo, KIPATA Louis	106
Comment le système pisolitique dégrade le manganèse d'origine supergène du gisement de Moanda au Gabon NDONGO Alexis, LIGNA Cedric, DEKONINCK Augustin, KIRISMAE Kalle, SATO Tomohiko, SAWAKI Yusuke, MOUSSAVOU Mathieu.....	109
Contribution à l'étude lithogéochimique et environnementale des terrains situés vers le Sud-Ouest de la rivière Shasha, territoire de Massi, Province du Nord-Kivu en République Démocratique du Congo : Approche géochimique pour évaluer l'influence de la variation climatique sur la géologie du milieu NGAKANI Crispin.....	110
Etudes lithologiques et structurales comparatives des grottes de Nkiesa et Ndundu (RDC)	111
NGALA Nadège, BAZEBIZONZA Nicy, ARFAOUI Imen, LAHOUE Pascale, NKODIA Hardy, LUTETE Junior, KANDA Valentin, KAKULE Roland	111
Caractérisation et application de l'argile de Moukosso (République du Congo) dans l'élimination des ions Pb²⁺	113
NGORO-ELENGA Ferland, MWA NGO Ottard Arnaud Ossiby, ELENGA Hilaire, MOUTOU Joseph-Marie	113
Couloirs de minéralisations transfrontalières, potentiels corridors de développement dans la région des Grands Lacs NIMPAGARITSE Gérard.....	114
Evolution tectono-structurale et déformation cassante comparée dans le Supergroupe Ouest Congolien (avant-pays de la chaîne) et le Groupe de l'Inkisi de part et d'autre du fleuve Congo, République du Congo et République Démocratique du Congo NKODIA Hardy Medry Dieu-Veil, BOUDZOU MOU Florent, MIYOUNA Timothée, LAHOUE Pascale, DELVAUX Damien	116
Spatial analysis of urban sprawl measurement: evolution of land use/land occupation patterns in the Bukavu in the face of flood risks and associated hydrologic hazards (DR Congo) NSHOKANO MWEZE Jean-Robert	117
Etude morphologique et minéralogique des profils d'altération du secteur de Dimonika (Mayombe, Congo) NZILA Jean de Dieu, TSIAMPOU ANGA Laplénitude Geldina, WATHA-NDOUDY Noël, NGUELET-MOUKAHA Isidore, BOUDZOU MOU Florent	119
Potentialités minérales des pegmatites de Numbi, important site minier en Sn-Ta-Nb à l'Est de la R.D. Congo NZOLANG Charles, MUPENGE M. Parfait	121
La Géodiversité « la mémoire occulte de la terre en Afrique centrale » OBAMBI DJONI Saturnin .	123



Impact de la démographie sur la qualité physico-chimique et microbiologique des points d'eau de consommation du quartier Manianga, Brazzaville-Nord (République du Congo) OBAMI-ONDON Harmel, LEBONGUY Aimé, KEMPENA Adolphe, TATHY Christian, TCHOUMOU Martin.....	125
La géologie de l'Afrique centrale : Potentiel de développement durable à travers les ressources minérales et défis liés aux risques de catastrophes naturelles RASAMIMANANA Valisoa	127
Le gisement de minerai de fer de Bélinga (~2,8 Ga) au NE-Gabon : Actualisation des données à partir de travaux récents RETONDA-KONDJA Stevy, MOUSSAVOU Mathieu, MAYAGA-MIKOLO Francis, EDOU-MINKO Ambroise.....	129
Carte géologique détaillée à l'échelle 1/50.000 de l'île d'Idjwi, Province du Sud-Kivu, République Démocratique du Congo : Contribution à l'étude de la chaîne Karagwe-Ankole d'Afrique Centrale SAFARI NAKITO Evelyne, NAHIMANA Louis, BORST Anouk, DELVAUX Damien.....	131
Mise en évidence d'un système hydrokarstique dans le secteur de Madingou en République du Congo SAMBA Prefina , BAZEBIZONZA Nicy, NKODIA Hardy, BOUDZOU MOU Florent, ARFAOUI Imen, LAHOUE Pascale.....	133
Caractère fluvioglaciaire et glacio-marin de la Diamictite supérieure du Groupe du Niari dans les secteurs de Makabana et de Mouyondzi, République du Congo SITOU-GOMA Carine Destie Bybisch, BOUDZOU MOU Florent, MIYOUNA Timothée	135
Évidence d'une industrie paléolithique dans les provinces du Kivu et Ituri en République Démocratique du Congo : La Géologie au service de la société préhistorique SURAKI Émeraude, MUSHAMALIRWA Toussaint.....	136
État des lieux et spécificités géologiques des cavités karstiques des formations du Sous-Groupe du Schisto-Calcaire des régions de Mbanza-Ngungu, Kimpese et Songololo, Kongo-Central, République Démocratique du Congo THIJENIRA LOKETO Ange, LAHOUE Pascale, NGALA NTAMBWE Nadège, KANIKA MAYENA Thomas, KIMBEMBI MA IBAKA Alexis, NKODIA Hardy, DELVAUX Damien.....	138
Mining impacts on biodiversity in Central Africa TREFON Theodore.....	139
Activités anthropiques illicites, déforestation et risque de déclassement de la Réserve de Biosphère de Lufira, sud-est de la RD Congo USENI SIKUZANI Yannick, KHOJI Muteya Héritier, MALAISSE François, BOGAERT Jan	141
La durabilité des activités liées à l'exploitation des ressources dans les Géoparcs mondiaux UNESCO VERHEYDEN Sophie.....	143
Contribution de la géochimie sol et la géostatistique à la connaissance des potentialités minières dans un secteur du Massif du Chaillu WATHA-NDOUDY Noël, GANGA MAYOUMA Fridolin junior, NZILA Jean De Dieu	145
Une approche asymptotique pour décrire l'ensablement des fleuves ou des rivières WELLOT Yanick Alain Servais, NGAMOUIYH-MOUSSATA C. S., NKOUNKOU H., DJAOKAMLA T.	147
Exploitation artisanale des ressources minières et impact sur l'environnement. Cas de la carrière Roachi Maning dans le Haut Katanga YABALE Patience.....	148
Inventaire, évaluations et valorisation du patrimoine géologique du Sénégal en vue d'obtenir le Géoparc de Dindéfelo à Kédougou comme site pilote.....	149
YOUM Cheikh Ibrahima.....	149



Valorisation de la paléobiodiversité et de la géodiversité des aires protégées de la région d'Akanda (bassin côtier nord gabonais) YAKOUYA -MOUBAMBA Urlain Gaël, MOUGOLA Wilma Linda-Belle, MOUSSAVOU Benjamin 150



L'Afrique centrale face aux géorisques

AKAME Joseph Martial^{*}, FRANCOIS Camille¹, DIAWARA Bandiougou⁴, ADIYAMAN LOPES Özlem⁵, DEWITTE Olivier³, KERVYN François³, MICHELLIER Caroline³

1. Université libre de Bruxelles et Musée royal de l'Afrique centrale, Belgique
 2. Commission de la Carte Géologique du Monde, Paris, France
 3. Musée royal de l'Afrique centrale, Tervuren, Belgique
 4. Bureau régional multisectoriel de l'UNESCO pour l'Afrique centrale, Yaoundé, Cameroun
 5. Siège de l'UNESCO, Paris, France
- * Email : akamejosephmartial@gmail.com

Un « aléa » est un processus, phénomène ou activité humaine susceptible de provoquer des pertes en vies humaines, ou d'autres effets sur la santé, des dommages matériels, des perturbations sociales et économiques ou une dégradation de l'environnement (UNDRR). Certains de ces processus sont purement naturels (volcanisme, séisme). D'autres sont influencés par la transformation du paysage lié aux activités humaines. Fréquemment, ces processus sont dus à différents facteurs qui interagissent. Par exemple, la déforestation, la construction des routes et l'urbanisation vont modifier les caractéristiques de ruissellement et d'infiltration de l'eau. Ces activités anthropiques ont aussi le potentiel de modifier la topographie des lieux, ce qui a un impact sur les glissements de terrain, les crues éclair et le ravinement, entraînant une augmentation de la fréquence et de l'intensité des aléas. Ces derniers sont particulièrement préoccupants lorsqu'ils menacent des régions densément peuplées, où ils peuvent engendrer des risques et entraîner des conséquences humaines, économiques et environnementales. Lorsque les aléas qui menacent ces régions, caractérisées par une forte exposition souvent associée à une forte vulnérabilité, sont d'origine géologique, on parle de « géorisques ».

En Afrique, et particulièrement dans la région centrale (Angola, Burundi, Cameroun, République du Congo, Gabon, Guinée équatoriale, République centrafricaine, République démocratique du Congo, Sao Tomé-et-Principe, et Tchad), les pays sont exposés à de nombreux géorisques et des dégâts subis chaque année par les personnes, les biens et l'environnement. Ce sont par exemple les glissements de terrain, les tremblements de terre, les éruptions volcaniques et les émanations toxiques associées, mais aussi les problèmes engendrés par le ravinement des sols et des zones côtières. Certains géorisques peuvent être partiellement induits ou exacerbés par l'activité humaine, comme c'est le cas pour l'érosion côtière due à la déforestation ou les effondrements causés par l'activité minière. Dans le futur, les géorisques auxquels devra faire face l'Afrique centrale vont s'accroître en raison de la croissance rapide de la population, de l'augmentation de l'exposition et de la transformation continue (voire accélérée) des paysages dans cette région. De plus, bien que le manque de données ne permette pas d'ores et déjà de tirer une conclusion sur le rôle des changements climatiques, il semble évident que des perturbations associées auront lieu à moyen terme. Comme le souligne l'IPCC, il y a très peu de connaissances sur les aléas en Afrique centrale et les premières études, notamment dans le rift, montrent que les défis sont importants, que ce soit dans la récolte de données de base, l'étude des processus, la compréhension de la société, la sensibilisation et la gouvernance.

En somme, l'Afrique centrale est sujette à une grande diversité de géorisques, d'où la nécessité de sensibiliser les décideurs et les populations sur les processus, les facteurs aggravants et les impacts potentiels. C'est dans ce contexte que l'UNESCO a envisagé la préparation et la diffusion d'un Livret Guide sur les Géorisques en Afrique centrale à



destination des décideurs et du grand public et couvrant l'Angola, le Burundi, le Cameroun, la République du Congo, le Gabon, la Guinée équatoriale, la République centrafricaine, la République démocratique du Congo, Sao Tomé-et-Principe, et le Tchad. Ce livret répond à un besoin d'identification et de compréhension régionale des aléas, des vulnérabilités et des géorisques. Ce travail a pour objectif de nous inviter à une prise de conscience collective sur la prévention des géorisques majeurs aux niveaux sous-régional, régional, national et local pour assurer la protection des populations et favoriser un développement durable des territoires. L'UNESCO souhaite ainsi contribuer à guider et conseiller les 10 pays d'Afrique centrale couverts par son bureau régional de Yaoundé, en leur fournissant des informations utiles, pratiques d'aide à la décision et en leur offrant des opportunités de renforcement des capacités sur ces sujets.

Ceci n'est pas un projet de recherche, mais un soutien aux états membres, à la suite des présentations lors de la formation de PanAfGeo-2 (Pan-African Support to Geological Sciences and Technology Africa-EU Partnership), où les chercheurs ont indiqué que les cartes et informations sur ce sujet manquaient. C'est pour cela que l'UNESCO s'attache à collecter les données déjà existantes et à les synthétiser dans une brochure en guise de soutien aux états membres pour renforcer la sensibilisation, et ainsi contribuer à la réduction des géorisques en Afrique centrale.



Caractérisation de la microfaune benthique actuelle de Libreville et ses environs : foraminifères benthiques et ostracodes

ANGUE MINTO'O Charlie Morelle^{1*}, LOMBO TOMBO Swesslath¹, MEGNENG Mélissa¹,
MUSAVU MOUSSAVOU Benjamin², BAYONNE ADDO Livith¹, MOUSSOUNDA
MOUKAGNY Staël²

1. Ecole Normale Supérieure de Libreville, Sciences de la Vie et de la Terre, Libreville, Gabon

2. Université des sciences et Techniques de Masuku, Franceville, Gabon

* Emails : charlieangue2@gmail.com, musavu@yahoo.fr

Les foraminifères et les ostracodes sont des micro-organismes benthiques très utilisés dans les reconstitutions climatiques, environnementales et océanographiques. En effet, ces micro-organismes répondent rapidement aux changements des paramètres physico-chimiques contrôlant le développement de leurs assemblages : l'oxygénation, la température, la salinité, la profondeur, la nature et/ou la quantité de la matière organique.

Les foraminifères et les ostracodes récents du Gabon sont très peu connus car des études sur la distribution de leurs assemblages sont très rares voire inexistantes. Ainsi, afin de caractériser ces assemblages, 45 échantillons, issus des forages et carottes sédimentaires prélevés sur cinq sites, dans la zone de Libreville et ses environs, ont fait l'objet d'une analyse micropaléontologique.

Les résultats obtenus montrent que dans la majorité des sites, les foraminifères benthiques constituent le groupe le plus abondant avec un total de 545 individus comptés alors que les ostracodes affichent 95 individus comptés. Parmi les assemblages identifiés, on note la présence des formes prédominantes. Il s'agit des foraminifères benthiques *Ammonia parkisoniana*, *A. beccarii*, *A. parkisoniana*, *Bulimina marginata*, *Cibicides* sp., et *Melonis barleeanum*, et des ostracodes comme *Cytherella* sp., *Bythoceratina* sp. et *Leptocythere* sp.



Potentiel de réservoirs non conventionnels des hot shales en Afrique du Nord

ARFAOUI Imen^{1,2,3*}, HAMDI Omar^{1,3,4}, BOULVAIN Frédéric¹

1. Laboratoire de Sédimentologie sédimentaire, Université de Liège, Belgique
 2. Département de Géologie, Université de Tunis El Manar, Tunisie
 3. Musée royal de l'Afrique centrale, Projet GeoRes4Dev, Tervuren, Belgique
 4. Laboratory of Sedimentary Dynamics and Environment, National Engineering School of Sfax, University of Sfax, Tunisia
 5. Laboratory of Applied Geology and Hydrogeology, Dept. Geology, Ghent University, Belgium
- * Email: imen.arfaoui@africamuseum.be

En Afrique du Nord, les principales réserves d'hydrocarbures sont concentrées au niveau des réservoirs d'âge Paléozoïque et Trias. Le niveau hot shales de la formation Tannezuft, contribuant à hauteur de 80 à 90% des hydrocarbures de la région (Lunning et al., 2000).

Les études géochimiques et minéralogiques des échantillons de carottes prélevées dans le bassin de Jeffara indiquent que le niveau Hot shales présente un potentiel significatif en tant que réservoir de gaz de schiste non conventionnel. Les paramètres clés révèlent une teneur élevée en matière organique, avec un carbone organique total (TOC) variant de 4,81% à 23,86%. Les indicateurs de maturité, notamment des valeurs de Tmax allant jusqu'à 460°C, suggèrent que la matière organique préservée est marginalement mature à mature. L'indice d'hydrogène moyen (HI) d'environ 200 mg HC/g de TOC indique une matière organique de type II/III, la plaçant dans la fenêtre de génération d'huile/gaz.

Les paramètres géochimiques calculés montrent que le potentiel moyen de génération d'hydrocarbures (HGP) pour les puits étudiés est de 20,37 kg HC/tonne de roche. Les taux de transformation (TR) dans les puits T, B et M sont respectivement de 21,12%, 30% et 35,25%. Cependant, seuls les puits B et M présentent une couche de recoupement, avec un indice de saturation d'huile (OSI) dépassant 100%, signifiant un potentiel significatif en tant que roche mère saturée en hydrocarbures. Cela en fait une cible importante pour l'exploration non conventionnelle du pétrole.

De plus, la composition minéralogique a été examinée pour évaluer l'importance des fractions minérales fracturables telles que le quartz (~15%) et les carbonates (calcite-dolomite). L'indice de fracturation minérale (MBI) a été calculé et comparé à la formation Floyd-Neal aux États-Unis (Jarvie et al., 2007), montrant un MBI considérable dans la formation Tannezuft du bassin de Jeffara. Cette fragilité accrue, associée à la fracturation hydraulique, pourrait potentiellement libérer le pétrole/gaz saturé, définissant ainsi les schistes Silurien du bassin de Jeffara comme une cible prometteuse pour l'exploration des réservoirs de gaz de schiste non conventionnels.

References

- Jarvie, D.M., Hill, R. J., Ruble, T. E., Pollastro, R. M., Jarvie, D. M., & Geochemical, H., 2007, Unconventional shale-gas systems: The Mississippian Barnett Shale of north-central Texas as one model for thermogenic shale-gas assessment. 4(4), 475–499. <https://doi.org/10.1306/12190606068>
- Luning, S., Craig, J., Loydell, D. K., Storch, P., and Fitches, B., 2000, Lower Silurian 'hot shales' in North Africa and Arabia : regional distribution and depositional model. *Earth Sciences Reviews* 49(1), 121-200.



Biocorrosion features and their potential impact on stalagmite U/Th dating within the karst system of the Kongo-Central region

ARFAOUI Imen^{1,7*}, VERHEYDEN Sophie², BAZEBIZONZA Nicy^{1,3}, NGALA Nadège^{1,4}, BOUDZOUMOU Florent³, KAKULE Roland⁴, DEGLETAGNE Jean-Philippe⁵, CHENG Hai⁶, LAHOGUE Pascale¹

1. Royal Museum for Central Africa, Tervuren, GeoRes4Dev project, Belgium
 2. Department of Earth History of Life, Royal Institute of Natural Sciences, Brussels, Belgium
 3. Université Marien NGOUABI – Brazzaville, République du Congo
 4. Centre de Recherches et de Géologie Minière (CRGM), République démocratique du Congo
 5. Eléana SA et membre de la Commission Scientifique FFSpéléo
 6. Institute of Global Environmental Change, Xi'an Jiaotong University, Xi'an 710049, China
 7. Sedimentary petrology laboratory, Liege University, Liège, Belgium
 8. Université de Kinshasa, Département des Géosciences, République démocratique du Congo
- * Email: imen.arfaoui@africamuseum.be

Paleoclimate proxies recorded within speleothems offer invaluable insights into past climate through the incorporation of various trace elements and changes in stable isotopic composition over time. These proxies reflect changes in temperature, precipitation, and other local environmental factors. Central African speleothems are poorly studied. First dating attempts on these formations have shown high contamination of detrital Thorium (Th). First observations, such as a high porosity and black traces in the studied speleothems, suggest corrosive effects of bat guano. Consequently, this research is focused on investigating this relationship in the Congo area, by observing the effects of bat guano corrosion together with the elaboration of cave climate and environment monitoring.

To enhance the understanding in this area, it would be highly beneficial to initiate the process by inventorying the biocorrosion features present in the studied caves. Subsequently, coupling this inventory with geochemical analysis applied to the drip water from monitoring stations would provide valuable insights into the underlying processes.

The Karst system in Kongo-Central is formed within carbonate rocks, which are part of the Neoproterozoic Schisto-calcaire subgroup. It stretches, with a distance over 1400km, from southwest Gabon to northwest Angola, traversing the Democratic Republic of the Congo (DRC) and the Republic of the Congo (RC) from NW to SE, covering nearly 500 km with a width that can reach up to 180 km. The layers of this system predominantly maintain a sub-horizontal orientation. Remarkably, the cumulative thickness of the carbonate rocks can exceed 1000 m, making it a significant and fascinating geological feature in the region. The research started with comprehensive investigation of the cave deposits and stalagmites within the caves under study. Although the dating results have not been entirely precise, the ongoing investigations are currently shedding light on the deposits, with special emphasis on the guano found in most of the surveyed sites. To collect crucial data, a seasonally based cave-monitoring approach is adopted, involving the collection of drip samples during both humid and dry seasons, with two to three samples per season. Additionally, continuous temperature recordings and in-situ parameter measurements are taken during each sampling time to capture a comprehensive view of environmental conditions within the caves.

Nine samples collected from three stalagmites sampled, originated from both sides of Congo River in the karst area, underwent U-series dating. The obtained results proved to be unusable due to the exceedingly low Thorium (Th) content in the stalagmites. This remarkably



low Th concentration contributed to increased errors in age estimation. The presence of Thorium 230 (^{230}Th) at the outset could be attributed to the influence of detrital material or an open geochemical system, possibly linked to the biocorrosion caused by bat guano within the caves and leading to the overestimation of ages.

During the last field trip in the DRC, remarkable observations of cave morphology in the neighbouring regions were illustrated. The intriguing biocorrosion features caused by bat guano within the caves were illustrated, as evidenced by the following figures. Notably, Biological Cupolas, guano-holes in the ground, and bell holes in the roof, which bear striking resemblance to similar features observed in other parts of the world, such as France and Slovakia. These observed elements have sparked reflections on their significance in the late morphological evolution of caves. The presence of such biocorrosion prompts to consider their potential impact on cave development and the formation of unique cave structures. Understanding the role of bat guano in shaping the caves' morphology could shed light on the broader processes influencing cave evolution in various geographical contexts.

To deepen the understanding in this field, investigating the potential of DRC and RC speleothems as paleoclimatic archives would be immensely valuable. This would enable a detailed study of their petrographic characteristics, aiding in the identification of hiatus layers resulting from the biocorrosion process, while testing for dating possibilities.



Variations saisonnières des paramètres physico-chimiques et métaux lourds des eaux de surface du bassin versant de la Loutete dans la zone de Mfouati (Sud-Est du Congo)

BASSAKOUAHOU Gilbert^{1*}, MBILOU Urbain Gampio¹

Université Marien Ngouabi, Fac. Sciences et Techniques, Brazzaville, République du Congo

* Email: bassakouahougilbrt@gmail.com

Le bassin versant de la Loutété est doté d'un réseau hydrographique assez dense. Dans ce bassin versant, notamment dans la zone de Mfouati, les activités minières se développent à ciel ouvert.

Les éléments extraits sont les métaux lourds. La population riveraine utilise l'eau de surface pour les besoins domestiques et agropastoraux. La présente étude s'est intéressée à la variation saisonnière des paramètres physicochimiques et la minéralisation des eaux de surface du bassin versant de la Loutété. Les analyses physico-chimiques ont été effectuées sur 96 échantillons au cours de quatre saisons de l'année hydrologique. Dans l'ensemble du bassin versant de la Loutété, les eaux sont légèrement basiques et faiblement minéralisées. En saison de pluies, les teneurs en silice, en Plomb, en Fer et en Aluminium sont légèrement en hausse, au-dessus de la norme de potabilité de l'OMS pour les eaux de consommation. Le diagramme de piper a révélé deux faciès, 75% des eaux bicarbonatée calcique et 25% pour le faciès chloruré-calcique. L'Analyse en Composante Principale (ACP) a permis d'identifier deux mécanismes de minéralisation des eaux dans ce bassin versant (altération chimique des roches carbonatées et le pluviolessivage des sols calo-magnésiens et ferralitiques). La minéralisation n'est pas d'origine anthropique, mais par l'altération des roches présentes dans la zone et le pluviolessivage des sols. L'augmentation des teneurs en Silice, Plomb, Fer et Aluminium peut présenter un danger écologique et sanitaire sur la population consommatrice des eaux du bassin versant.



Influence de la lithostratigraphie et des structures tectoniques sur le développement des grottes. Cas du réseau des grottes de Mbelo à Madingou, République du Congo

BAZEBIZONZA Nicy^{1,2,4*}, SAMBA Prefina^{1,2}, NKODIA Hardy^{1,2}, BOUDZOUMOU Florent^{1,3}, ARFAOUI Imen², LAHOGUE Pascale²

1. Université Marien Ngouabi, Fac. Sciences et Techniques, Brazzaville, République du Congo
 2. Musée royal de l'Afrique centrale, projet GeoRes4Dev, Tervuren, Belgique
 3. Institut de Recherche en Sciences Exactes et Naturelles, Brazzaville, République du Congo
 4. Institut Géographique National, Brazzaville, République du Congo
- * Email : nicybazebizonza@gmail.com

Le réseau des grottes de Mbelo est un ensemble de 3 grottes dénommées Mbelo 1, 2 et 3, ouvertes au sein d'une colline conique ou kegelkarst. Elles se développent dans les carbonates du Groupe du Schisto-Calcaire déposés dans le bassin néoprotozoïque du Niari-Nyanga. Par le biais de grandes salles et de galeries, ces grottes laissent apparaître une succession de strates et de structures tectoniques. Leur étude est fondamentale afin de comprendre l'influence encore méconnue de la lithostratigraphie et des structures tectoniques sur le développement des grottes de la région de Madingou

La topographie souterraine des 3 grottes a été réalisée et leurs lithologes ont été levés sur le terrain. Ces derniers ont été associés aux lithologes de certaines sections du flanc de la colline. A partir de la reconnaissance de faciès repères, une corrélation a permis d'obtenir le lithologie complet de toute la colline. L'identification et la prise de mesures des structures tectoniques ont aussi été systématiquement réalisées.

Mbelo 1 s'ouvre sur l'un des flancs de la colline alors que les deux autres, Mbelo 2 et 3 sont accessibles via une doline d'effondrement ayant percé le sommet de la colline. Mbelo 1 correspond à une large galerie tunnel alors que Mbelo 2 et 3 correspondent à des salles d'effondrement connectées à de nombreuses galeries. Malgré l'absence de connexion actuelle entre les 3 grottes, un départ de galerie bouchée par de gros blocs d'éboulis a été observé dans Mbelo 1. La topographie montre que cette galerie semble rejoindre une autre, présente dans Mbelo 2. Ce qui supposerait l'existence d'un réseau entre d'une part la doline d'effondrement ayant mis au jour les grottes Mbelo 2, 3 et d'autre part Mbelo 1. Pour un total cumulé d'environ 1 422 m de développement, les cavités s'orientent suivant les directions préférentielles NE-SW et NW-SE. Les grottes montrent de nombreuses coupoles de fissure ainsi que des galeries en forme de cloche. Les plafonds des galeries sont parsemés de grandes coupoles larges ainsi que des fractures qui ont clairement contrôlé le développement des concrétions. Ces fractures ont un pendage variant entre 70 et 90° les rapprochant de la classe des fractures décrochantes. Elles s'organisent suivant les directions préférentielles NE-SW et NW-SE.

Le lithologie complet de la colline se caractérise par une alternance de dolomies évaporitiques à microgodes, aiguilles et rosettes de calcite contenant, quelques fois, localement des cherts avec des marnes souvent silicifiées ainsi que des dolomies à microbrèches et à laminites de biofilms, mattes microbiennes ondulantes ou en petites dômes. Ces faciès sont caractéristiques du sous-groupe SCIIb du Groupe du Schisto-Calcaire. Les trois grottes possèdent des salles et galeries s'ouvrant au sein de strates identiques et en grande proportion dans les faciès à microbrèches et à laminites de biofilms, mattes microbiennes ondulantes ou en petites dômes.



Dans la sous-région, cette étude montre pour la première fois, que le développement des grottes est nettement favorisé par les niveaux à microbrèches et à laminites de biofilms et mottes microbiennes. Cela a été accentué par la présence des faciès de dolomie évaporitique. La correspondance entre les directions préférentielles des fractures et celles de développement des galeries militent en faveur des cavités originellement contrôlées par la fracturation. Cela est confirmé par la présence des coupoles de fissure et des galeries en forme de cloche qui ne peuvent se développer que par l'intermédiaire des fractures ouvertes préexistantes. Les grandes directions NE-SW et NW-SE correspondent aux principales directions tectoniques reconnues dans le bassin du Niari-Nyanga au Gabon, au Congo et en République démocratique du Congo.

La présence de fractures ouvertes telles que les décrochements aurait facilité le début de la karstification. Elle a préférentiellement ciblé les faciès de dolomie à microbrèches et à laminites de biofilms et mottes microbiennes alternant avec les dolomies évaporitiques ainsi que les marnes. Ainsi, le réseau des grottes de Mbelo serait l'exemple idéal de grottes dont le développement a été fortement influencé par la lithostratigraphie et les structures tectoniques.



Figure. Grotte Mbelo 1 : galerie principale possédant un plafond parsemé de stalactites alignées le long des fractures qui sont préférentiellement orientées NE-SW et NW-SE.



Suspicion of mineralization from dark/blackish rock material cover in Yaounde gneisses (Cameroon)

BISSAYA Roger*

Department of Earth Sciences, University of Yaounde 1, Faculty of Science, Yaounde, Cameroon

* Email: rogerbissaya@gmail.com

The mineral composition is of great significance to the evaluation and exploration of reservoir. A quick, inexpensive, and accurate mineral-phase identification, known as energy-dispersive spectroscopy (EDS) has been applied to dark/blackish rock material cover in Yaounde gneisses. The results show Ti content and unusual high manganese (Mn) and iron (Fe) content in some locations of thin sections. Such high Mn-content of up to 20 – 35.8 wt.% and Fe-content of up to 24.6 – 35.9 wt.% are uncharacteristic for a melt composition. These might suggest a Ti-Mn-Fe-bearing material (see Figures 1a and b).

Figures

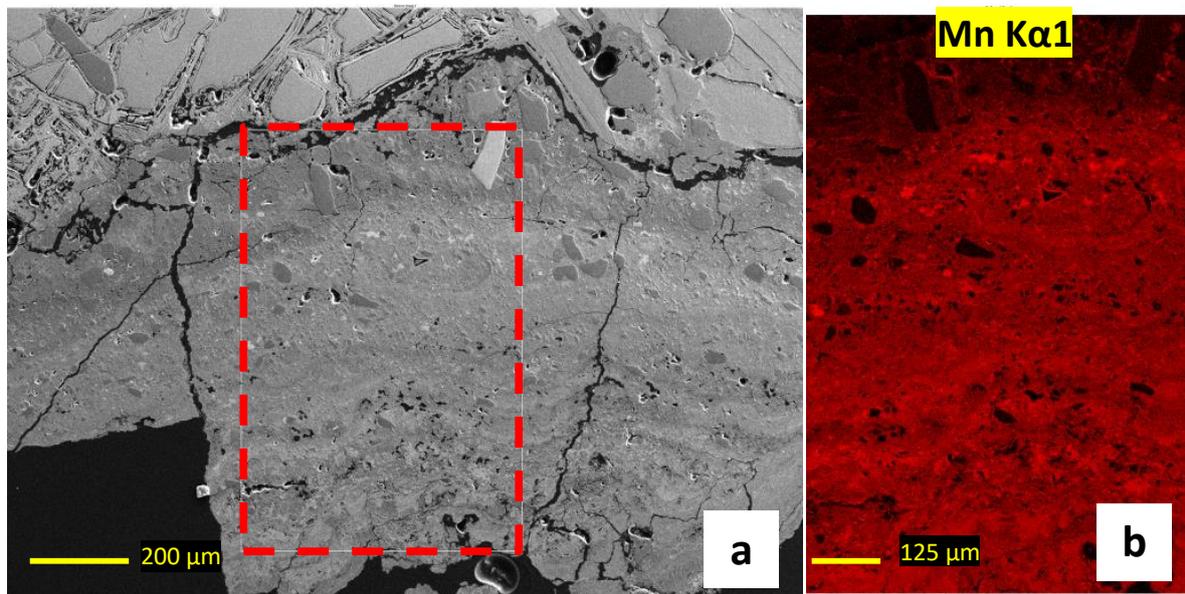


Figure 1: (a) SEM image from a given site of the dark/blackish rock material cover. Notice that the red dashed rectangle refers to the spot surface submitted to X-ray chemical analysis. (b) EDS map of Manganese occurrence the spot. Notice that Mn occurs in the form of manganite (MnO_2H), which are striated prismatic crystals with dark color.



Substitution partielle du clinker par le mélange argile kaolinique - calcaire dans le système cimentaire pour la production d'un Eco-ciment. Cas des formations de Songololo en RD Congo

BONGWELE Onanga G.^{1,2*}, KISONGA Manuku E.¹, RIADH Ben Khalifa², ILITO LOFONGO D. P.³, KANDA NKULA V.¹, WETSHONDO Osomba D.¹⁻⁴

1. Université de Kinshasa, Département des Géosciences, République démocratique du Congo
2. Nya Cement, République démocratique du Congo
3. Centre de Recherches et de Géologie Minière (CRGM), République démocratique du Congo
4. GeReMiPe, Université de Kinshasa, République démocratique du Congo

* Email : bongweleguy@gmail.com

Le béton est un matériau artificiel produit à partir du mélange du ciment, des agrégats et de l'eau dans des proportions bien requises. A ce mélange peuvent s'ajouter quelques adjuvants chimiques pour améliorer l'une ou l'autre de ses propriétés. Pour sa mise en œuvre, le béton, matériau de construction le plus utilisé et produit au monde, nécessite d'énormes quantités de ciment. Environ 4200 Mt de ciment sont produites par an et cette production ne cesse d'augmenter. Le ciment est un excellent matériau, bon marché, disponible et facile à utiliser mais sa production est responsable de beaucoup d'émissions de CO₂ (5 à 8 % des émissions anthropiques et environ 35 % des émissions industrielles). En moyenne, 0,8 à 0,9 tonne de CO₂ est émise pour la production d'une tonne de ciment portland ordinaire (OPC).

Pour réduire ces impacts environnementaux, plusieurs solutions ont été proposées dont notamment : (1) Moderniser le procédé de fabrication ; (2) Utiliser des combustibles alternatifs ; (3) Produire le clinker contenant moins de calcite ; (4) Développer des procédés d'enrichissement ou de captage du CO₂ ; (5) Substituer le clinker par des sous-produits industriels déjà décarbonatés ou par d'autres roches naturelles ou thermiquement traitées. Les quatre premières techniques exigent d'énormes investissements en termes de capital (Capex) et opérationnel (Opex) et rendent parfois le business moins viable. L'option la plus prometteuse est la substitution partielle du clinker par des matériaux cimentaires supplémentaires (MCS).

Les argiles de Songololo n'ont pas encore trouvé une valorisation industrielle à grande échelle. Une partie est utilisée artisanalement dans la fabrication des briques cuites pour la construction (routes et maisons) et une autre partie par les cimentiers. La majeure partie de ces argiles est rejetée et disposée dans de vastes étendues modifiant ainsi le paysage et la biodiversité. Dans cette étude, nous avons exploré la possibilité de substituer partiellement le clinker par le mélange argile calcinée – calcaire, roches largement disponibles dans la région de Songololo afin de produire un Eco-ciment dénommé Limestone Calcined Clay Cement (LC3). Les analyses XRF, XRD et ATG/ATD ont permis de caractériser les différents composants, déterminer la température de calcination et de sélectionner la bonne argile pouvant agir comme MCS. Ensuite une substitution partielle du clinker par ces MCS a été réalisée. Divers essais mécaniques exécutés et analyses physiques effectuées pour suivre les performances mécaniques du mortier sur une période allant jusqu'à 90 jours. La méthodologie de WBCSD / WRI Greenhouse Gas Protocol a été utilisée pour le calcul des émissions du CO₂.

Cette substitution du clinker par ces MCS (30 – 35%) a permis de réduire les émissions de CO₂ jusqu'à 25% par rapport à l'OPC passant de 0,824 tonne de CO₂/ tonne dans l'OPC à 0,640 Tonne de CO₂/tonne de ciment dans le ciment LC3. Les résistances à la compression (Rc) développées par le ciment LC3 varient de 8,91 à 57,6 MPa du Jour 1 au Jour 90, sont



conformes à la norme, dépassent largement le Ciment 32.5 de référence et presque similaires au Ciment 42.5 commercialisés sur le marché local.

Au regard des résultats, le nouveau ciment fabriqué (LC3) peut être considéré pour des essais industriels.



Apport des données géochronologiques dans la compréhension de l'évolution de la Chaîne du Mayombe

BOUENITELA Vicky Tendresse Telange^{1*}, BALLEVRE Michel², BOUDZOUYOU Florent^{1,3}

1. Université Marien Ngouabi, Faculté des Sciences et Techniques, Brazzaville, République du Congo
2. Université de Rennes1, Géosciences Rennes (UMR 6118), Rennes, France
3. Institut de Recherches en Sciences Exactes et Naturelles (IRSEN), Brazzaville, République du Congo.

* Email : vicky_bouenitela@yahoo.fr

La Chaîne du Mayombe correspond à la portion centrale de la Chaîne Ouest Congolienne. Elle a longtemps fait l'objet d'études qui ont permis de reconstituer son contexte géologique. (Cosson, 1955; Devigne, 1959; Scolari et Van Daalhoff, 1965; Dadet, 1969; Hossié, 1980; Vellutini et al., 1983; Boudzouyou, 1986; Djama, 1988; Vicat et Gioan, 1988; Mpemba-Boni, 1990; Maurin et al., 1990, 1991; Djama et al., 1992; Maurin, 1993; Vicat and Pouclet, 2000). Cependant, plusieurs questions ont été mises en lumière parmi elles, celle concernant son origine et son évolution au cours du temps. De nombreuses approches pluridisciplinaires ont été utilisées pour répondre à cette question, mais bien souvent elles se limitaient à faire état des aspects structuraux et pétrographiques des différentes formations constituant la Chaîne.

L'intégration et la prise en compte récente des données géochronologiques (Djama, 1988; Mpemba-Boni, 1990; Djama et al., 1992; Callec et al., 2015; Fullgraf et al., 2015; Le Bayon et al., 2015; Affaton et al., 2016, Bouénitela, 2019) dans le protocole d'étude de la chaîne du Mayombe ont permis: (i) de bien contraindre la géologie de la chaîne en redéfinissant ses contours cartographiques et ses subdivisions lithostratigraphiques; (ii) d'établir des corrélations avec les autres portions du grand système orogénique « Araçuaï-West Congo Orogen » (AWCO) et (iii) de mettre en avant certaines zones d'ombre qui constituent les perspectives de recherches actuelles.

Références

- Affaton, P., Kalsbeek, F., Boudzouyou, F., Trompette, R., Thrane, K., Frei, R., 2016. The Pan-African West Congo belt in the Republic of Congo (Congo Brazzaville): Stratigraphy of the Mayombe and West Congo Supergroups studied by detrital zircon geochronology. *Precambrian Res.* 272, 185–202.
- Boudzouyou, F., 1986. La chaîne Ouest-congolienne et son avant-pays au Congo : relations avec le Mayombien ; sédimentologie des séquences d'âge protérozoïque supérieur. Thèse 3ème cycle, Université d'Aix-Marseille, 220 p.
- Boudzouyou, F., Trompette, R., 1988. La chaîne panafricaine ouest-congolienne au Congo (Afrique Equatoriale) : un socle polycyclique charrié sur un domaine subautochtone formé par l'aulacogène du Mayombe et le bassin de l'Ouest-Congo. *Bull. Soc. Géol. France* 8, IV, 889-896.
- Bouenitela, V.T.T., 2019. Le domaine paléoprotérozoïque (éburnéen) de la chaîne du Mayombe (Congo-Brazzaville) : origine et évolution tectono-métamorphique. Thèse de doctorat, Université de Rennes 1, 448p.
- Callec, Y., Fullgraf, T., Le Bayon, B., Lasseur, E., Charles, N., Gloaguen, E., Bauer, B., Issautier, B., Paquet, F., Prognon, F., Le Metour, J., Thiéblemont, D., Gouin, J., Boudzouyou, F., Giresse, P., Delhaye-Prat, V., Prétat, A., Delpomdor, F., Ackouala-Mfere, A.P., Dah Tplingbonon, R.H., Kebi-Tsoumou, S., Kolingba Nzanga, N., Koyenzi Kebangue, A., Makolobongo, B., Malounguila, D., Miassouka Mpika, R., Moebo Boungou, M., Moulounda Nianguï, E., Mvoula



- Boungou, I., Ndiele, B., Nganga Lumuamu, F., Obambi, U., 2015. Carte géologique à 1/500 000. Ministère des mines et de la géologie du Congo.
- Cosson, J., 1955. Notice explicative sur les feuilles de Pointe-Noire et de Brazzaville. Carte géologique de reconnaissance au 1/500 000e. Direction des Mines et de la Géologie de l'Afrique Equatoriale Française.
- Dadet, P., 1969. Notice explicative de la carte géologique de la République du Congo Brazzaville au 1/500 000e (zone comprise entre les parallèles 2° et 5° sud). Mém. Bur. Rech. Géol. Min. 70, 103 p.
- Djama, L. M., 1988. Le massif granitique de Mfoubou et le socle métamorphique de Guéna (Chaîne du Mayombe- Congo). Pétrologie-Géochimie-Géochronologie. Thèse, Université de Nancy I, 175 p.
- Djama, L.M., Leterrier, J., Michard, A., 1992. Pb, Sr and Nd isotope study of the basement of the Mayumbian belt (Guena gneisses and Mfoubou granite, Congo): implications for crustal evolution in Central Africa. *Journal of African Earth Sciences* 14, 227-237.
- Fullgraf, T., Callec, Y., Gloaguen, E., Thiéblemont, D., Le Métour, J., Boudzoumou, F., Delhaye-Prat, V., Kebi-Tsoumou, S., Ndiele, B., 2015. Notice explicative de la carte géologique à 1/200 000 feuille Dolisie. Ministère des mines et de la géologie du Congo.
- Hossié, G., 1980. Contribution à l'étude structural de la chaîne ouest-congolienne (pan-africaine) dans le Mayombe congolais. Thèse 3e cycle Université des Sciences et Techniques du Languedoc, Montpellier, France, 124 p.
- Le Bayon, B., Callec, Y., Fullgraf, T., Lasseur, E., Thiéblemont, D., Charles, N., Gloaguen, E., Paquet, F., Gouin, J., Giresse, P., Makolobongo, B., Obambi, U., Moulounda Niangui, E., Miassouka Mpika, R., 2015. Notice explicative de la carte géologique de la République du Congo à 1/200 000, feuille Conkouati. Editions BRGM.
- Maurin, J.C, Mpemba-Boni, J., Pin, C., Vicat, J.P., 1990. La granodiorite de Les Saras, un témoin de magmatisme éburnéen (2 Ga.) au sein de la chaîne ouest-congolienne : conséquences géodynamiques. *Comptes Rendus de l'Académie des Sciences de Paris II*, 310, 571-575.
- Maurin, J.C, Boudzoumou, F., Djama, L.M., Gioan, P., Michard, A., Mpemba-Boni, J., Peucat, J.J., Pin, C., Vicat, J.P., 1991. La chaîne protérozoïque ouest-congolienne et son avant-pays au Congo : nouvelles données géochronologiques et structurales, implications en Afrique centrale. *Compte Rendu de l'Académie des Sciences de Paris II*, 312, 1327-1334.
- Maurin, J.C., 1993. La chaîne panafricaine ouest-congolienne : corrélation avec le domaine est-brésilien et hypothèse géodynamique. *Bulletin de la Société Géologique de France* 164, 51-60.
- Mpemba-Boni, J., 1990. Contribution à l'étude du magmatisme anté-pan africain de la chaîne du Mayombe. L'exemple du Massif de Les Saras (SW du Congo, Afrique centrale). *Pétrologie structurale – Géochimie – Géochronologie*. Thèse, Université de Nancy 1, 351 p.
- Scolari, G., Van Daalhoff, H., 1965. Le Précambrien de la chaîne congolaise du Mayombe; état des connaissances géologiques, le problème des orogénèses. *Bulletin du B.R.G.M.*, 3, 163-181.
- Vellutini, P., Rocci, G., Vicat, J.-P., et Gioan, P., 1983. Mise en évidence de complexes ophiolitiques dans la chaîne du Mayombe (Gabon Angola) et nouvelle interprétation géotectonique. *Precambrian Research* 22, 1-21.
- Vicat, J.P., Gioan, P., 1988. La chaîne Précambrienne du Mayombe en République populaire du Congo: géologie, métallogénie, perspective de développement. In: *Revue des connaissances sur le Mayombe, PNUD/UNESCO*, 17-45.
- Vicat, J.-P., Pouclet, A., 2000. Palaeo- and Neoproterozoic granitoids and rhyolites from the West Congolian Belt (Gabon, Congo, Cabinda, north Angola): chemical composition and geotectonic implications. *J. African Earth Sci.* 31, 597-617.



Caractérisation pétrographique des roches métamorphiques de la Chaîne Ouest Congolienne du Mayombe

BOUENITELA Vicky Tendresse Telange^{1*}, BALLEVRE Michel², BOUDZOU MOU Florent¹, KEBI-TSOUMOU Sage Paterné Chandrich⁴

1. Université Marien Ngouabi, Faculté des Sciences et Techniques, Brazzaville, République du Congo
2. Université de Rennes1, Géosciences Rennes (UMR 6118), Rennes, France
3. Institut de Recherches en Sciences Exactes et Naturelles (IRSEN) Brazzaville, République du Congo
4. Académie de Créteil, 94000 Créteil, France

* Email : vicky_bouenitela@yahoo.fr

La Chaîne du Mayombe du sud-ouest du Congo constitue une portion de la chaîne Ouest Congolienne d'âge Protérozoïque. Elle comprend des unités d'âges Paléoprotérozoïque à Néoprotérozoïque, qui se caractérisent par une grande diversité lithologique témoignant d'une histoire géodynamique anté à syn-orogénique. Les unités lithostratigraphiques de la chaîne du Mayombe sont représentées par des roches magmatiques et sédimentaires qui ont été en grande partie métamorphisées lors des orogénèses Éburnéenne (1800-2000 Ma) et/ou Panafricaine (600-496 Ma). La caractérisation pétrographique (assemblages minéralogiques) et structurale des unités lithostratigraphiques affleurant dans la chaîne du Mayombe permet de reconstituer les différents aspects des processus qui ont conduit à la mise en place et à la déformation des différentes lithologies cartographiées. Ainsi, les orthogneiss du domaine occidental de la Chaîne, marqué par une foliation polyphasée, nous renseignent sur l'existence au préalable d'un pluton granitoïdique qui a par la suite été métamorphisé dans des contextes de moyen grade. Par ailleurs, les schistes graphiteux affleurants dans le domaine central, marqué par une schistosité de flux et de crénulation, nous renseignent sur l'origine sédimentaire détritique des matériaux et sur le bas grade de l'intensité du métamorphisme.



Contribution à la base des données des signatures géochimiques des pré-concentrés de minerais des sites miniers de 3T à l'Est de la RDC

BYAMUNGU Augustin^{1*}, KITAMBALA Luc², BISIMWA Pascal³, GANZA Gloire¹

1. Service Géologique National du Congo, Bukavu, République démocratique du Congo
2. Cadastre minier, Kinshasa, République démocratique du Congo
3. Division Provincial des Mines et de la Géologie, Bukavu, République démocratique du Congo

* Email : augubyamu@yahoo.fr

L'empreinte analytique est un outil de traçabilité du projet BGR-CIRGL qui fait référence à une combinaison des techniques scientifiques pouvant être utilisées pour vérifier l'origine des lots de concentrés de minerais de 3T. La méthode compare un échantillon issu d'un lot quelconque avec les échantillons de référence correspondant à l'origine documentée et stockés dans une base de données. Les échantillons sont prélevés sur les sites selon des protocoles précis ; toute information détaillée du site étant documentée. Les pré-concentrés récoltés sur terrain doivent contenir suffisamment de grains de minerai nécessaires à l'analyse pour pouvoir mettre en évidence les signatures caractéristiques du gisement, y compris les minéraux spécifiques de la gangue ou les minéraux accessoires. En grande partie, les activités consistent à la réalisation des sections polies destinées aux analyses minéralogiques et géochimiques. Environ 50 grains de minerais préalablement identifiés au Microscope électronique à Balayage (MEB) sur une section polie, sont analysés par ablation laser combinées à la spectrométrie de masse à plasma à couplage inductif (LA-ICP-MS). L'analyse LA-ICP-MS mesure dans chaque grain cible la concentration des éléments chimiques. Ensuite, est déduite la composition chimique de chaque grain et l'âge approximatif de l'échantillon. Les résultats d'analyses (données géochimiques et minéralogiques des échantillons de référence et de contrôle) sont stockés dans une base de données CIRGL qui est constamment enrichie. La similarité de deux types de données est examinée et évaluée par des méthodes statistiques spécialement conçues pour traiter les signatures spécifiques aux concentrés de minerais. Les données AFP sont produites par le laboratoire analytique AFP basé à Dar-Es-Salaam qui analyse les sections polies en provenance des trois laboratoires locaux de préparation des échantillons situés à Bujumbura, Kigali et Bukavu. Le laboratoire AFP basé à Bukavu est actuellement sous la gestion du SGN-C qui chargera de la pérennisation de cette activité d'échantillonnage.

Sur l'ensemble du territoire national, 539 échantillons de préconcentrés des minerais de 3T dont 331 au Sud-Kivu, 95 au Nord-Kivu, 105 au Maniema et 8 dans le Tanganyika ont été récoltés sur 300 sites d'exploitation artisanales suivant un protocole bien défini allant de l'échantillonnage à la préparation. Ce protocole renseigne sur la description géologique du corps minéralisé (filon de quartz, pegmatite, alluvions), l'échantillonnage de 50 à 100 grammes de préconcentrés de minerais sur le lieu d'extraction et la préparation après cartage de la portion de 10 ou 15 g du lot échantillonné sur le site en section polie. Après préparation, le contrôle de la qualité la section polie se fait à l'aide d'un microscope pétrographique permettant de faire des observations en lumière transmise et réfléchie.

En plus de la traçabilité, les échantillons et la base de données disponibles au laboratoire pourrait être un support important de la recherche et des décisions locales sur la gouvernance minière en RDC. En effet, les données minéralogiques MEB pourront d'une part, permettre aux chercheurs de compléter la description de la séquence paragenétique de la minéralisation en cassitérite, coltan et wolframite. C'est le cas des minéraux comme schorlrite, staurolite, tapiolite qui sont décrites au MEB sur certaines sections polies, alors qu'ils ne figurent pas dans les paragenèses des pegmatites et quartz minéralisés étudiées par Dewaele, 2013. D'autres part,



en constituant cette base des données, il sera possible d'effectuer des calculs des proportions de minéraux utiles accompagnateurs de 3T pour chaque site minier artisanale et d'estimer par conséquent, le manque à gagner des acteurs en amont de la chaîne d'approvisionnement. Ceci pourrait inciter les acteurs du secteur à monter dans la chaîne de valeur en installant localement des raffineries en vue de tirer profit de la rente minière. Sur le plan de la commercialisation, au niveau local, les échantillons on constate facilement que la majorité des acteurs dans le secteur minier (les creuseurs artisanaux, les négociants, les coopératives) la plupart n'a pas des standards pour calibrer leurs instruments d'analyses et en particulier le XRF; mais étant donné que la méthode appliquée pour analyser les échantillons en sections polies n'est pas une méthode destructrice des échantillons, ces sections polies envoyés pour analyses pourraient être réutilisées à d'autres fins, par exemple pour les mêmes échantillons, on pourrait faire d'autres demandes d'analyses à d'autres laboratoires certifiées dans le but de produire des standards locaux .

References

- Dewaele, S., Goethals, H., Thys, T., 2013. Mineralogical characterization of cassiterite concentrates from quartz vein and pegmatite mineralization of Karagwe-Ankole Belts, Central Africa, *Geologica Belgica* 16(1-2), 66-75.
- Melcher, F., Graupner, T., Henjes-Kunst, F., Oberthür, T., Sitnikova, M., Gäbler, E., Gerdes, A., Brätz, H., Davis, D. and Dewaele, S. 2008. Analytical fingerprint of columbite-tantalite (coltan) mineralization in pegmatites: focus on Africa. *Proceedings, Ninth International Congress for Applied Mineralogy (ICAM) 2008, Brisbane, Qld: 615-624, Australasian Institute of Mining and Metallurgy.*
- Philip Schütte, Frank Melcher, Hans-Eike Gäbler, Maria Sitnikova, Manuel Hublitz, Simon Goldmann, Wilhelm Schink, Timo Gawronski, Arthémie Ndikumana, Lyne Nziza. 2018. *AFP Manual.*

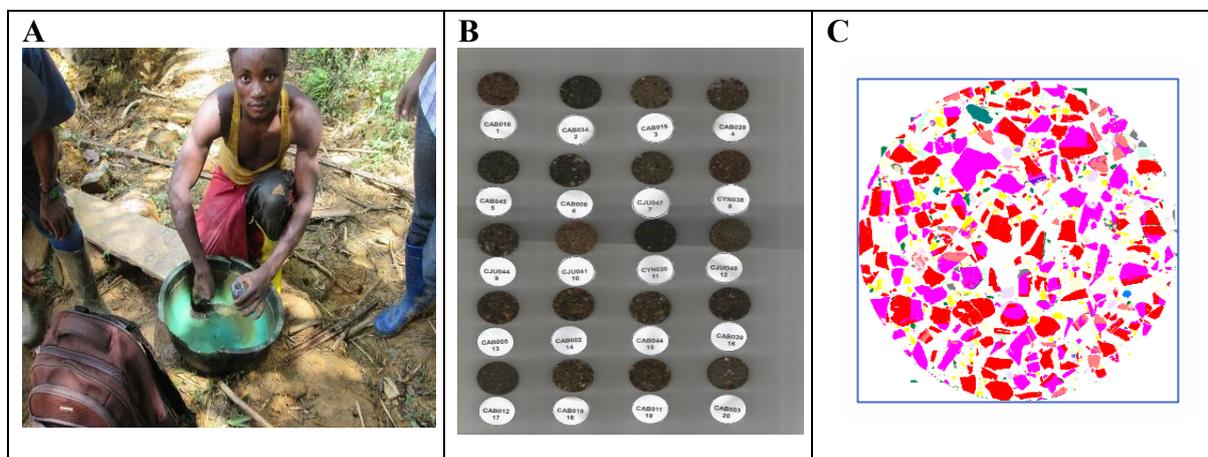


Figure 1: A : Creuseur à Mwenga au Sud-Kivu en train de remplir le flacon d'échantillonnage de pre-concentré de cassiterite. B : Sections polies de préconcentré préparées au laboratoire AFP à Bukavu. C : Section analysée à l'aide d'un microscope électronique à Balayage.



Corrélations lithostratigraphiques entre les Supergroupes du Kivu (RDC) et de l'Akanyaru (Rwanda, Burundi) de la chaîne Karagwe-Ankole

DELVAUX Damien^{1*}, KALIKONE Christian^{1,2,4}, SAFARI Evelyne Nakito^{1,3,4}, BAUDET Daniel¹, NIMPAGARITSE Gérard¹, NAHIMANA Louis⁴, FERNANDEZ-ALONSO Max¹

1. Musée royal de l'Afrique centrale, projet GeoRes4Dev, Tervuren, Belgique
 2. Université Officielle de Bukavu, Dept. Geology, Bukavu, République démocratique du Congo
 3. Centres de Recherches Géologiques et Minière (CRGM), Station du Sud-Kivu, Lwiro, République démocratique du Congo
 4. Université du Burundi, Dept des sciences de la terre, Bujumbura, Burundi
- * Email : damien.delvaux@africamuseum.be

La chaîne Karagwe-Ankole (Karagwe-Ankole Belt - KAB) forme le sous-bassement de la région des grands lacs d'Afrique centrale. Elle comprend des séries stratigraphiques, des complexes métamorphiques et des intrusions magmatiques principalement d'âge Mésoprotérozoïque mais incluant aussi des roches d'âge Paléoprotérozoïque et Néoprotérozoïque. Ces séries sont relativement bien connues au Rwanda, et dans une moindre mesure au Burundi, où elles ont fait l'objet d'une cartographie géologique au 1/100.000 (e.g. Baudet et Fernandez-Alonso, 2019). Par contre, au Kivu en RDC, elles ne sont connues que sporadiquement dans certains secteurs, non reliés entre eux. Elles y ont fait l'objet d'une compilation sous la forme d'une carte au 1/500.000 (Lagmouch et al., 2018).

Dans le cadre des travaux de recherche menés ces dernières années au Kivu et au Burundi en association avec la révision de la carte géologique du Rwanda, nous avons réexaminé l'évolution lithostratigraphique et tectonique de cette région, en proposant de nouvelles corrélations de part et d'autre du lac Kivu. A l'Est du lac (Rwanda, Burundi), les formations Mésoprotérozoïques sont regroupées dans le Supergroupe de l'Akanyaru et à l'Ouest (Kivu), dans le Supergroupe du Kivu (Tack et al., 2010; Fernandez-Alonso, 2012). Le Supergroupe de l'Itombwe (Néoprotérozoïque), bien défini au Kivu, est aussi présent localement au Rwanda, ce qui démontre que son extension n'est pas limitée au 'synclinal' de l'Itombwe mais qu'il s'est déposé plus largement dans la région.

Certaines formations identifiées au Rwanda sont corrélables avec des formations similaires au Kivu. Entre autres, les quartzites de Sakinyaga (deux gros membres quartzitiques séparés par un fin membre quartzo-phylladeux totalisant 600 m d'épaisseur) sont clairement équivalents à ceux de Bangwe. Au Rwanda, les quartzites de Sakinyaga forment la fin de la série Mésoprotérozoïque, alors qu'au Kivu, ils sont surmontés d'autres séries plus jeunes. D'autre part, la formation de Cyurugeyo bien définie dans la région de Kibuye au Rwanda et qui comprend, outre des quartzites et phyllades, des bancs de calcaire dolomitiques et des roches magmatiques effusives et explosives, forme une séquence caractéristique, même après un métamorphisme parfois important. Des formations équivalentes sont présentes au nord de Kalehe, jusque Saké en bordure du lac Kivu, dans l'île d'Idjwi au milieu du lac Kivu et au SW du Burundi.

L'évolution lithostratigraphique est contrainte par des âges obtenus sur zircons détritiques dans les sédiments par différents auteurs (Fernandez-Alonso et al., 2012; Villeneuve et al., 2019), et aussi par des datations géochronologiques sur des intrusions magmatiques et sur des minéraux du métamorphisme. La sédimentation du Mésoprotérozoïque est interrompue par l'amalgamation suivi de la fragmentation du Rodinia et celle du Néoprotérozoïque, par l'amalgamation du Gondwana. L'amalgamation du Rodinia est marquée par un épisode



tectonique majeur (1080-1040 Ma), suivi de l'intrusion massive de leucogranites (1040-920 Ma) associé à un métamorphisme (De Clercq et al., 2021; Van Daele et al., 2021). Le magmatisme alkalin du Kahuzi-Biega nouvellement daté (825-814 Ma) marquerait la fragmentation du Rodinia. Après un hiatus stratigraphique, on trouve les séries de l'Itombwe attribuées au Cryogénien. Un second grand épisode tectonique (Pan-Africain), lié à l'amalgamation du Gondwana, provoque le plissement N-S des séries de l'Itombwe mais réactive aussi largement les séries du Mésoprotérozoïque sous un métamorphisme modéré de faciès schiste vert (620-545 Ma; Van Daele & Scherer, 2020). Les déformations Pan-Africaines, se terminent au début du Paléozoïque (545-530 Ma) par des cisaillements essentiellement cassants associés à des fluides ferrugineux (Brinckmann et al., 2001).

Références

- Baudet, D., Fernandez-Alonso, M., 2019. Karongi – S3/29 NW. Geological Map of Rwanda, 1/100.000 scale series. Republic of Rwanda, with explanatory notes. (Inedit).
- Brinckmann, J., Lehmann, B., Hein, U., Hoehndorf, A., Mussallam, K., Weiser, Th., Timm, F., 2001. La géologie de la minéralisation primaire de l'or de la chaîne Kibarienne, Nord-Ouest du Burundi, Afrique centrale. *Geologisches Jahrbuch Reihe D* 101, 195 pp.
- De Clercq, S. Chew, D., O'Sullivan, G., De Putter, T., De Grave, J., Dewaele S. 2021: Characterisation and geodynamic setting of the 1 Ga granitoids of the Karagwe-Ankole belt (KAB), Rwanda. *Precambrian Research* 356, 2021.
- Fernandez-Alonso, M., Cutten, H., De Waele, B., Tack, L., Tahon, A., Baudet, D., Barritt, S. D., 2012. The Mesoproterozoic Karagwe-Ankole Belt (formerly the NE Kibara Belt): the result of prolonged extensional intracratonic basin development punctuated by two short-lived far-field compressional events. *Precambrian Research* 216-219, 63-86.
- Laghmouch, M., Kalikone, C., Ilombe, G., Ganza, G., Delvaux, D., Safari, E., Bachinyaga, J., Dewaele, S., Wazi, N., Nzolang, C., Fernandez-Alonso, M., Tack, L., Nimpagaritse, G., Kervyn, F., 2018. Carte géologique du Kivu au 1/500 000. Musée royal de l'Afrique centrale, Tervuren.
- Tack, L., Wingate, M. T. D., De Waele, B., Meert, J., Belousova, E., Griffin, A., Tahon, A., Fernandez-Alonso, M., 2010. The 1375 Ma 'Kibaran event' in Central Africa: prominent emplacement of bimodal magmatism under the extensional regime. *Precambrian Research* 180, 63- 84.
- Van Daele, J., Jacques, D., Hulsbosch, N., Dewaele, S., Muchez, P., 2021. Integrative structural study of the Kibuye-Gitarama-Gatumba area (West Rwanda): A contribution to reconstruct the Meso- and Neoproterozoic tectonic framework of the Karagwe-Ankole Belt. *Precambrian Research* 353, 106009.
- Van Daele, J., Scherer, E.E., 2020. Neoproterozoic pre- and post-deformational metamorphism in the Western Domain of the Karagwe-Ankole Belt reconstructed by Lu-Hf garnet geochronology in the Kibuye-Gatumba area, Rwanda. *Precambrian Research* 344, 105744.
- Villeneuve, M., Gaertner, A., Kalikone, C., Wazi, N., Hofmann, M., Linnemann, U., 2019. U-Pb ages and provenance of detrital zircon from metasedimentary rocks of the Nya-Ngezie and Bugarama groups (D.R. Congo): A key for the evolution of the Mesoproterozoic Kibaran- Burundian Orogen in Central Africa. *Precambrian Research* 328, 81-98.



Planification minière et environnementale

DEUDJIMBAYE Marambaye*

Ministère des Mines et de la Géologie, N'Djamena, Tchad,

* Email : deudjimbaye@gmail.com

Les industries extractives contribuent efficacement au développement socioéconomique d'un pays. L'essor, le suivi des projets ainsi que les activités des industries extractives reposent, tant du point de vue des investisseurs que celui des autorités et populations locales, sur un certain nombre de connaissances et de critères nécessaires à son accomplissement. La planification minière et environnementale figure parmi ces critères. Elle régit, les réalisations techniques et opérationnelles afin de garantir la rentabilité et le bon fonctionnement des projets extractifs.

Pour aider les acteurs miniers à relever le défi auquel ils font face qui consiste à l'élaboration, la mise en œuvre et le suivi des plans, la connaissance de ces facteurs est nécessaire :

- Planification minière ;
- Analyse et gestion des contraintes environnementales liées aux activités minières ;
- Facteurs influençant la planification minière
- Rôle de l'administration dans le suivi de la planification minière.

Le développement d'un projet minier a des conséquences sur l'environnement. Chaque phase du projet minier à savoir la **prospection**, le **développement**, l'**exploitation** et la **fermeture de la mine** est associée à différents groupes d'impacts environnementaux.

L'analyse des contraintes environnementales liées au projet minier montre les risques de l'activité minière sur la qualité des eaux, sur l'atmosphère, sur la forêt, sur l'écosystème aquatique, sur la santé publique et sur la sécurité des populations locales.

Le réaménagement des sites miniers est une obligation des exploitants miniers au regard des exigences d'une planification environnementale responsable.

L'Afrique, continent aux immenses potentiels est le second poumon écologique de la planète après l'Amazonie, avec un vaste bassin forestier « Bassin du Congo » qui recouvre une bonne partie du potentiel géologique et minier de l'Afrique centrale.

Plusieurs activités anthropiques (minières, agricoles, approvisionnement en bois à usage domestique, etc.) contribuent à la déforestation et à la dégradation du bassin du Congo et appellent les communautés à une mobilisation générale.



Aperçu de la gestion intégrée de ressources en eau, synthèse hydrogéologique et proposition de scénarii de recharge artificielle des nappes du Sahel Doukkala (Bassin versant de l'Oued Oum Er' R'Bia), Maroc

EKOUELE MBAKI Vivien Romaric^{1,2,3*}, BOUKDIR Ahmed², ZITOUNI Abdelhamid², BARHAZI Larbi³

1. Laboratoire de Mécanique Energétique et Ingénierie, Ecole Nationale Supérieure Polytechnique (ENSP), Université Marien Ngouabi, République du Congo
2. Laboratoire de Génie Industriel, Faculté de Sciences et Techniques de Béni Mellal, Université Sultan Moulay Slimane, Royaume du Maroc
3. Meditec In. : Bureau d'études et conseils en géophysique et gestion des eaux.

* Email : ekouele2@gmail.com

La Recharge Artificielle de Nappe (RAN) est une technique émergente de la gestion intégrée des ressources en eau (GIRE), de plus en plus utilisée pour résoudre des problèmes d'approvisionnement et de gestion surtout en zones semi-arides et arides. Elle vise à augmenter les volumes d'eau souterraine disponibles en favorisant, par des moyens artificiels, son infiltration jusqu'à l'aquifère. La région du Sahel Doukkala appartient à la grande unité géologique connue sous le nom de « Méséta marocaine ». Elle s'étend sur une profondeur de 70 à 80 Km depuis Azemmour jusqu'à Safi, soit sur une longueur de 150 Km de littoral.

Plutôt pauvre dans le Sahel où les sols, limités aux dépressions interdunaires, sont squelettiques, peu profonds et inaptes à produire de bonnes récoltes mais à potentialités agricoles remarquables dans la vaste étendue limoneuse de la plaine des Doukkala ; la région du Sahel Doukkala présente plusieurs nappes soumises à l'aridité d'une part mais aussi et surtout aux pressions anthropiques de l'autre. On compte parmi les conséquences directes vis-à-vis d'elles ; la baisse considérable du niveau piézométriques à travers les différents points d'eaux (un taux d'accroissement de 1,6% environs, sur plus de 20 ans de mesures ponctuelles), une dégradation qualitative aussi bien dans la partie en amont que le long du littoral (justifié par l'invasion marine).

A cet effet, la direction de l'agence du bassin hydraulique de l'Oum Er Rbia lance plusieurs programmes dont la mise en place de la recharge artificielle en vue de pallier aux problématiques liées aux ressources en eau de la région.

La présente recherche a consisté à analyser les conditions de recharge naturelle et artificielle, pour ensuite développer une méthodologie d'analyse de la faisabilité de Recharge Artificielle. Trois grandes parties se dégagent. Notamment dans la quantification des ressources en eau locale et mobilisable, l'analyse des données piézométriques historiques et la déduction des zones non saturées ; ensuite l'étude qualitative des eaux souterraines avant d'établir la proposition des scénarii de la recharge artificielle.

A l'aide du Model Numérique de Terrain (MNT), des outils du Système d'Information Géographique (SIG), des logiciels de calculs associés, et des données existantes ; on remarque le faible réseau hydrographique couplé de bassins endoréiques et d'un relief dunaire qui constitue un barrage à l'écoulement de surface en direction de l'océan. Les sorties de terrains en haute eaux et basses eaux ont révélé d'un point de vue quantitatif les amplitudes de fluctuations de 6 mètres au niveau du Sahel central, contre environs 1 mètre dans le reste de la région. Et d'un point de vue qualitatif, l'échantillonnage réduit nous montre la dégradation en certains points en amont, au niveau des surfaces irriguées et une variation de dégradation sur le littoral. On déduira selon chacun des paramètres (le sens des courants souterrains, la



puissance des zones non saturées et ses variations, les paramètres hydrodynamiques des aquifères et la proximité des zones à invasion marine), les zones propices à l'exécution de la recharge artificielle du Sahel Doukkala. Cette étude constitue un outil d'aide à la décision quant à la gestion intégrée des ressources en eau et tous les résultats obtenus peuvent ainsi servir de support pour les études ultérieures dans la région.

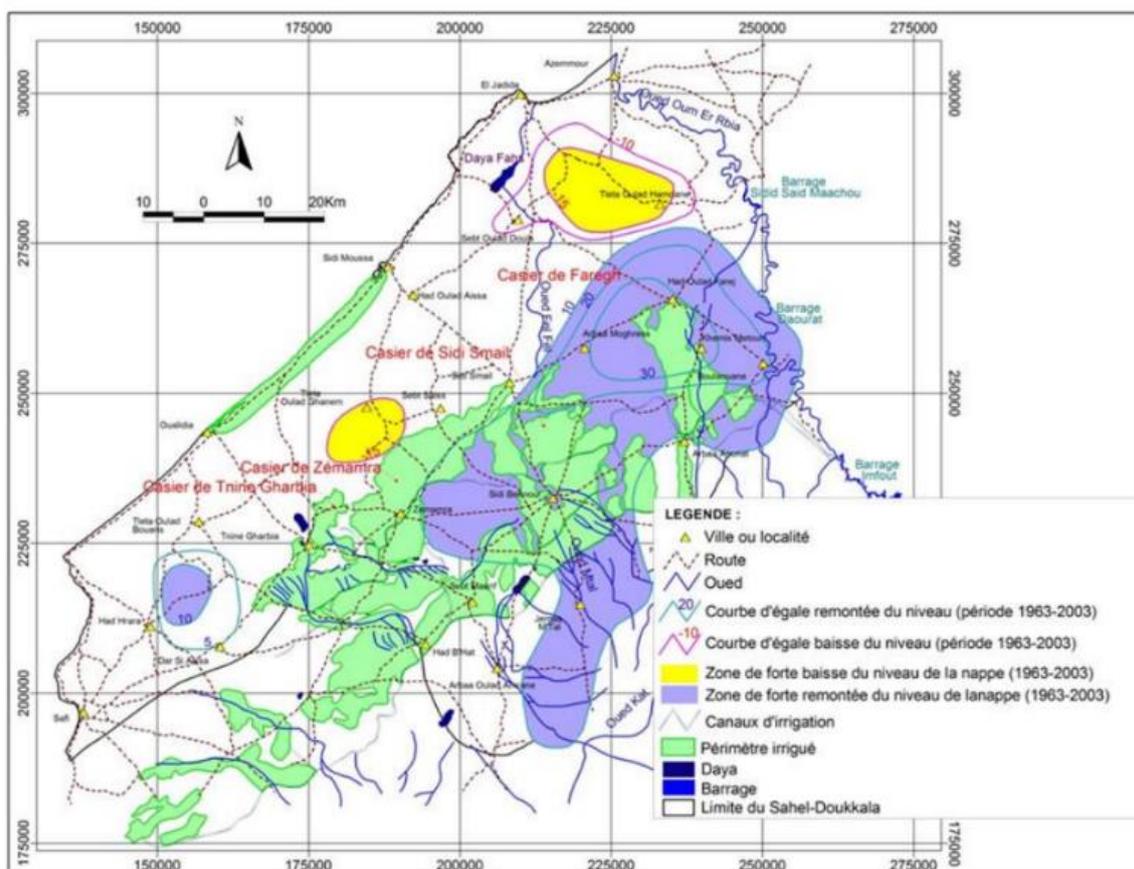


Figure 2. Cartographie de l'évolution des iso variations des niveaux piézométriques entre 1963 et 2003 (ABHOER, 2005)

Références

- Adams B., Civita M., Gilbrich W.H., Vrba J. & Van Waegeningh H. (1994). Model legend for groundwater vulnerability maps. In: J. Vrba and A. Zaporozec (Editors), Guidebook on mapping groundwater vulnerability. IAH, Verlag Heinz Heise, Hannover, pp. 87-99.
- Andreo B., Vías J.M., Mejías M., Ballesteros B.J. & Marín A.I. (2007). Estimation of the recharge by APLIS method in the Jurassic aquifer of El Maestrazgo (Castellón, NE Spain). II International Symposium on Coastal Aquifers, Almería, Spain, October 2007
- Beven K. J. and Kirkby, M. J., (1979) A physically based, variable contributing area model or basin hydrology. *Hdrol. Sci. Bull.*, 24, 43-69
- Ekouele Mbaki V.R., Boukdir A., Menga Okandza P., El Mahboul A., Hilali M., Zitouni A. (2016). Quantitative analysis of the water potential in the region of Sahel Doukkala. *Jowset*, (01), n°1, pp. 26- 31
- Ekouele Mbaki V.R., Boukdir A., Menga Okandza P., Elissami A., Zitouni A., Sabri E. (2017). Estimation of the recharge potential of aquifer in the Sahel Doukkala region (Morocco). *Jowset* (02) N°01, pp. 173-182.



Lithostratigraphie et analyse structurale des formations ferrifères du secteur de Toko-Nlokeng, Sud-Cameroun

EVINA ABOULA Yannick Saturnin*

Department of Earth Sciences, University of Yaounde 1, P.O. Box 812, Yaounde, Cameroon

* Email : y.evina@yahoo.com

Le secteur Toko-Nlokeng, situé dans la Région du Sud, appartient au complexe du Nyong qui définit la limite NW du craton du Congo au Cameroun. Dans la région d'Afrique centrale, la partie nord-ouest du craton du Congo (comprenant le sud du Cameroun, le nord de la République du Congo et le nord du Gabon) est bien connue comme une province métallogénique émergente avec de nombreux projets sur les minerais de fer en cours de développement depuis les années 2000. Cette région d'Afrique regorge d'importants gisements/gîtes de fer abrités par des FFs qui ont été découverts dans les ceintures de roches vertes précambriennes qui les entourent.

L'objectif principal de ce travail est de contribuer à la connaissance des formations géologiques (ferrifères et roches hôtes) et du cadre structural du secteur de Toko-Nlokeng dans le Complexe du Nyong. Les investigations ont porté sur les études pétrographiques, structurales et géochimiques sur roches totales.

Du point de vue pétrographique, ce secteur est constitué d'un ensemble métamorphique composé des hornblendites, des granulites mafiques et ultramafiques, des gneiss à grenat et amphibole, des gneiss leucocrates, des amphibolites à grenat, enfin des FFRs (Formations Ferrifères Rubanées) et des FFGs (Formations Ferrifères Granulaires). Toutes les roches ont des microstructures granoblastiques hétérogranulaires. Ces entités lithologiques sont caractérisées par des paragenèses (i) granulitiques à : $Grt + Cpx + Pl \pm Op$ (granulites mafiques), (ii) amphibolitiques $Hbl + Cpx + Bt$ (hornblendites) et (iii) faciès de schiste vert : $Mag + Qtz \pm Chl$ (FFRs), et $Mgt + Qtz \pm Hem$ (FFGs).

L'analyse morpho-structurale montre d'une part, la configuration du réseau de décrochements principaux ENE-WSW avec les failles satellites associées, configuration compatible avec le système de Riedel, et d'autre part, l'allure des trajectoires de foliation de direction prédominante NE-SW dans le secteur d'étude. Les éléments structuraux enregistrés permettent de distinguer quatre phases de déformation. La première phase de déformation est caractérisée par la foliation S_1 , les boudins β_1 et les plis P_1 . Cette phase est d'aplatissement général extensif. La seconde phase est marquée par la foliation S_1/S_2 régionale porteuse de la linéation d'étirement, mais aussi par des plissements P_2 avec des plans axiaux subverticaux de direction moyenne E-W. La troisième phase D_3 est marquée par des plis P_3 , des zones de cisaillement décrochantes. Cette phase montre un double raccourcissement (maximal E-W à NW-SE et minimal N-S à NE-SW) et la phase de déformation D_4 essentiellement fragile (failles et des joints).

La géochimie des FFs indique que SiO_2 et Fe_2O_3 constituent plus de 90 % de la roche, caractéristique des sédiments chimiques. Les rapports Si/Al , Fe/Al et Fe/Ti élevés, ainsi que les anomalies positives en Eu, indiquent que les éléments chimiques des FFs de Toko-Nlokeng proviennent d'une source hydrothermale. Leurs teneurs en fer natif sont faibles, caractéristique du minerai de faible degré.

Le contexte géotectonique de dépôt mis en évidence est celui de marge continentale active où les éléments chimiques ont précipité à partir d'un mélange d'eau de mer et de fluide



hydrothermal à basse température. Les anomalies positives en Eu ($\text{Eu}/\text{EuPAAS} > 1,8$) ainsi que l'association avec les métavolcanites sont compatibles avec le caractère des FFs du type Algoma. L'évolution géodynamique des protolithes des roches hôtes de Toko-Nlokeng montrent les affinités de types E-MORB, P-MORB et G-MORB et de type d'arc, d'arrière-arc 'B' dans un contexte de marge de subduction sans lien avec la subduction, avec une contamination crustale mineure. L'affinité tholéiitique à calco-alkaline et peralumineuse de ces roches indique un arc mature et une croûte épaissie pendant l'orogénèse Eburnéenne du craton du Congo.



Le séisme du 10 juin 2021 dans la ville minière de Kamituga, Rift du Kivu, RD. Congo

FIAMA BONDO Silvanos^{1*}, BWISHE HABARI Jean-Marie², YUMA MUCUMA Désire³,
KABEMBE CECI Marguerite², BYAMUNGU MATABARO David¹, BANDEKE
BISIMWA Adolphe², NSIMBA LANDU Christian¹

1. Centre de Recherche en Sciences Naturelles de Lwiro (CRSN), Dépt. Géophysique, République démocratique du Congo
 2. Protection Civile Sud Kivu, République démocratique du Congo
 3. Croix rouge, Sud Kivu, République démocratique du Congo
- * Email : silvanosfiamab@gmail.com

Le séisme de $M_l = 5.5 - 5.7$ et $M_w = 5.0$ dans la ville minière de Kamituga du 10 juin 2021 au Sud Kivu, s'est produit dans un contexte très tendu à la suite de l'éruption volcanique de NYIRAGONGO à Goma. Il a été ressenti dans plusieurs cités autour des lacs Kivu et Tanganyika et a causé d'énormes dégâts dans la ville aurifère de Kamituga. La localisation fournie par GFZ et USGS sont respectivement à 3.12S, 28.22E et 3.102S, 28.274E à 10 Km de profondeur. Et 3.078°S et 28.311°E avec le réseau local disponible de 5 stations.

Une évaluation rapide des dommages sur base d'un questionnaire (65 fiches) administré respectivement aux chefs des villages et à des groupes de population (les travailleurs dans la mine d'or de Mobale et la population ordinaire) a permis d'avoir une idée sur la connaissance, la perception, comportement adopté, le ressenti par la population et les effets sur les bâtiments et la population. Les informations sur les dégâts ont été évalués en termes d'intensité macrosismique. Une station sismique temporaire a été installée pour l'enregistrement des quelques répliques.

Le séisme a été fortement ressenti par toute la population et ses répliques ont été ressenties plus la nuit. La population de Kamituga associe ce mouvement à l'activité volcanique de Nyiragongo probablement à cause de l'éruption du 22 mai 2021. Ce séisme a été également ressenti par les creuseurs pendant l'exploitation de l'or dans les tunnels, et ont affirmé avoir ressentis des secousses en mouvements horizontaux mais de faible intensité. Deux blessés légers parmi eux et la brisure des piliers ou supports en bois au niveau des tunnels (figure A) ont été enregistrés. 21 personnes ont été blessées dont un enfant et deux adultes hospitalisés, et environs 555 bâtiments ont été endommagés (bâtiments résidentiels, écoles, églises, structures sanitaires, hôtels, bureaux étatiques, ...). Les dégâts observés sur 57 bâtiments et témoignage de la population montrent bien une intensité de l'ordre de VII – VIII+ (exemple figure B).

Il ressort que les bâtiments d'âge colonial (avant 1960) et construits par l'ancienne Compagnie Minière des Grands Lacs Africains (MGL), pour la plupart en adobe et/ou briques cuites ont été plus endommagés. Les maisons récentes après 2000 coïncidant avec l'évolution de la ville sont également vulnérables à cause des défauts et mauvais usages des matériaux de construction. Le faible niveau d'études et le faible pouvoir financier conduisent la population à être plus exposée au risque sismique face au retour d'expérience. Les risques connexes comme les glissements de terrains ou les éboulements peuvent s'accélérer par de futurs forts séismes et causer plusieurs morts dans la zone. La population pense que la gestion de cette crise serait d'ordre national mais les réactions locales furent d'alerter en cas des répliques. Dans le but de contribuer à la prévention de risques sismiques dans les zones minière, il convient d'installer un réseau sismique local pour surveiller les mouvements de terrain.



Figure A : Impacts dans la mine d'or de Mobale.

Figure B : Dommages sur les bâtiments.



Projet PICG 667 : Carte Mondiale des Orogènes Evolution des orogènes à travers le temps et l'espace

FRANCOIS Camille^{1,2*}, AKAME Joseph Martial³, PUBELLIER Manuel^{1,4}, ROBERT Christian⁴, BOUSQUET Romain^{1,5} & the IGCP 667 Team⁶

1. Commission de la Carte Géologique du Monde, France
2. Musée royal d'Afrique centrale, Tervuren, Belgique
3. Géosciences Rennes, Université Rennes 1, France
4. Laboratoire de Géologie ENS Paris, CNRS (UMR 8538), France
5. Kiel Institute of Geosciences, Allemagne

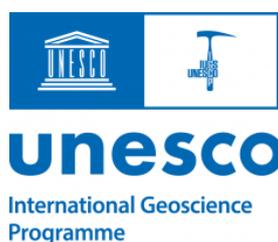
* Email : cfrancois.geology@yahoo.com; <https://ccgm.org/en/content/11-team>

On pense classiquement que les orogènes se développent dans un contexte de convergence impliquant deux ou plusieurs plaques de nature continentale et/ou océanique. Ils sont définis comme des zones crustales déformées présentant un relief et se développant à partir de la subduction arc-continent, de la collision continentale ou des bassins de rift inversés. Cependant, cette définition ne tient pas compte des transitions latérales entre les domaines océaniques et les rifts intracontinentaux, alors que l'extension associée à l'ouverture en ciseaux est démontrée dans de nombreux bassins océaniques. Ici, nous proposons un nouveau concept d'évolution orogénique basé sur le développement ancien des marges d'extension sujettes au raccourcissement incluant l'accrétion et la supra-subduction le long des bassins océaniques ouverts, les cordillères qui précèdent la collision continentale et les orogènes de type rifts inversés. De plus, le concept inclut également les processus géodynamiques anciens et les premières évidences de tectonique des plaques.

Ceci est au cœur du projet PICG 667 "la Carte Mondiale des Orogènes" (projet UNESCO/IUGS), où nous élaborons une carte du monde (pédagogique) des chaînes de montagnes passées à actuelles. Notre travail souligne spécifiquement les similitudes et les différences des processus à travers le temps et le diachronisme le long de l'ouverture et de la fermeture des bassins océaniques.



Commission for the
Geological
Map of the
World





La géochimie des micas blancs : Outil de prospection minérale pour la découverte de pegmatite à Niobium-Tantale et Etain. Cas du Nord Est du Burundi

FURAHA Ghislain^{1,2*}, NAHIMANA Louis¹, NIMPAGARITSE Gérard², DELVAUX Damien², DEWAELE Stijn³

1. Université of Burundi, Département des Sciences de la Terre, Bujumbura, Burundi

2. Musée royal de l'Afrique centrale, projet GeoRes4Dev, Tervuren, Belgique

3. Université de Gand, Département de Géologie, Gand, Belgique

* Email : furahaghislain@gmail.com

La concentration en éléments mineurs et traces des micas blancs pegmatitiques varie en fonction du degré de fractionnement. Les derniers liquides résiduels enrichis en éléments incompatibles profitant les zones de faiblesse comme les fractures vont précipiter, loin du granite parental desminéralisations à Niobium-Tantale et Etain.

La modélisation de l'évolution géochimique d'éléments alcalins et traces contenus dans les micas blancs de corps pegmatitiques minéralisés et ceux stériles ou peu minéralisés ont permis sur plusieurs terrains d'en déduire des outils très fiables de prospection minière. En effet, la concentration de ces éléments dans les liquides magmatiques va évoluer en fonction du degré de fractionnement par différenciation magmatique connu comme Coefficient de Fractionnement de Rayleigh (RCF sur les figures ci-dessus).

Au Nord Est du Burundi nous implémentons ces techniques à partir de 31 échantillons de micas blancs pegmatitiques (Figure 1) analysés à l'ICP-MS et ICP-EOS pour éléments majeurs, mineurs et en traces. Les diagrammes du ratio K/Rb en fonction du Rb et celui du ratio K/Cs en fonction du Cs (Figure 2) démontrent sur notre terrain cette évolution en discriminant d'une part les pegmatites minéralisés de ceux stériles ou peu minéralisés. En outre, les teneurs en Li, Ta, Sn, Rb et Cs en fonction du rapport K/Rb sont également des indicateurs fiables pouvant servir à guider la recherche des pegmatites minéralisés en Tantale et en Etain. Les pegmatites minéralisées auront le ratio K/Rb faible les valeurs en Cs, Rb, Li, Ta et Sn sont élevées, respectivement de l'ordre de moins de 50ppm pour le rapport K/Rb et de plus de 100ppm pour le Cs en l'occurrence (Figure 3).

Références

- Hulsbosch, N., Hertogen, J., Dewaele, S., André, L. & Muchez, P., 2014. Alkali metal and rare earth element evolution of rock-forming minerals from the Gatumba area pegmatites (Rwanda): Quantitative assessment of crystal-melt fractionation in the regional zonation of pegmatite groups. *Geochimica et Cosmochimica Acta* 132, 349-374. <https://doi.org/10.1016/j.gca.2014.02.006>
- Oyarzábal, J., Galliski, M.Á. & Perino, E., 2009. Geochemistry of K-feldspar and muscovite in rare-element pegmatites and granites from the Totoral Pegmatite Field, San Luis, Argentina. *Resource Geology* 59, 315-329. <https://doi.org/10.1111/j.1751-3928.2009.00100.x>
- Turimumahoro, D., Hulsbosch, N., Nahimana, L., Dewaele, S. & Muchez, P., 2020. Géochimie des muscovites comme indicateur du fractionnement des pegmatites de la région de Kabarore-Mparamirundi (nord-ouest du Burundi, Afrique centrale). *Geologica Belgica* 23, 53-67. <https://doi.org/10.20341/gb.2020.005>

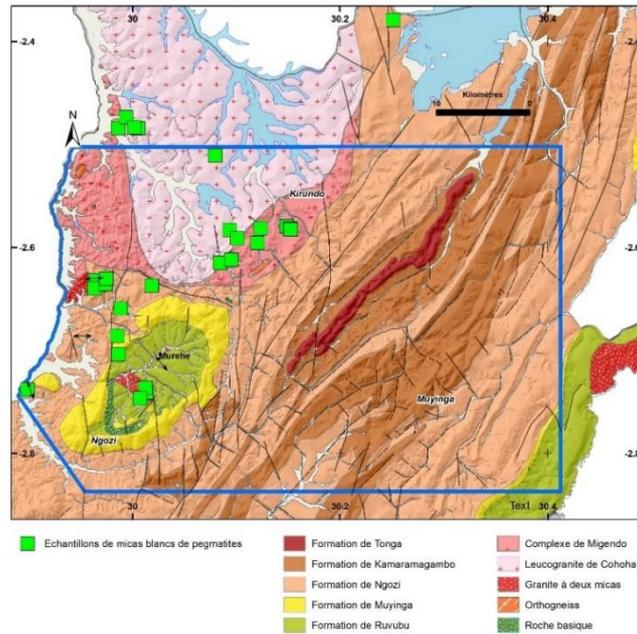


Figure 1 : localisation des échantillons de micas blancs de pegmatites du NE du Burundi

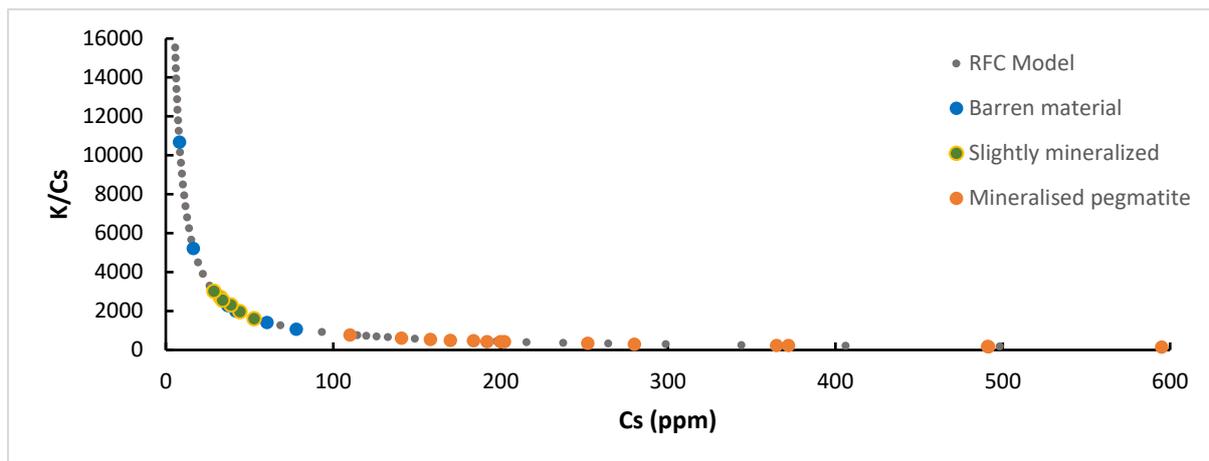


Figure 2 : Diagramme K/Cs-Cs des échantillons de micas blancs (pegmatites) du NE Burundi.

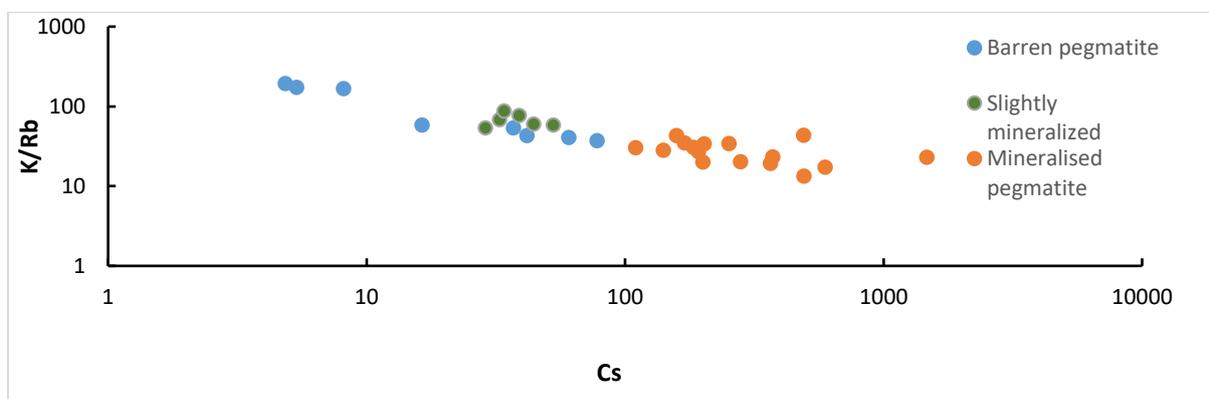


Figure 3 : Diagramme K/Cs-Cs des échantillons de micas blancs (pegmatites) du NE Burundi.



Contribution à la caractérisation des marqueurs tectoniques cassants en Afrique centrale : Focus sur la région du rift du Kivu en République Démocratique du Congo

GANZA Gloire^{1,2*}, WAZI Nandefo¹, MAKUTU Adalbert³, KANIKA Thomas³, DELVAUX Damien⁴

1. Université Officielle de Bukavu, Bukavu, République démocratique du Congo
 2. Service Géologique National du Congo, Kinshasa, République démocratique du Congo
 3. Université de Kinshasa, Kinshasa, République démocratique du Congo
 4. Musée royal de l'Afrique centrale, projet GeoRes4Dev, Tervuren, Belgique
- * Email: ganzagloire@gmail.com

L'étude structurale menée dans la région du rift du Kivu a permis de distinguer 5 événements tectoniques à partir desquels 3 principales phases ont été correctement mises en évidence par la méthode d'inversion des contraintes tectoniques (Angelier, 1989 ; Delvaux et Sperner, 2003). Il s'agit de la phase panafricaine tardive (620-530 Ma), de l'inversion post-Karoo (210-180 Ma) et de la phase néotectonique liée à l'activité du rift (depuis 7.5 Ma). Ces phases ont été distinguées sur base de leurs paramètres tectoniques et en comparaison avec d'autres études similaires des déformations cassantes en Afrique centrale.

La compression E-W qui correspond à la déformation panafricaine tardive, a été identifiée à Tchofi, Muganzo, Ludjo près de Birava, Kaziba, Nzibira, Namoya et Kalundu. Elle correspond au stade 3 qui est la transpression lufilienne NE-SW étudiée au Katanga (Kipata et al., 2013) et au stade 1 qui est la compression panafricaine tardive NE-SW étudiée en Tanzanie (Delvaux et al., 2012). La compression et transpression N-S qui correspond à l'inversion post-Karoo a été identifiée grâce à leurs marqueurs visibles à Katana dans la carrière de Muganzo, dans les escarpements de Nyanfuzé, à Kaziba (Walungu) et à Kalundu (Uvira). Elle est également bien marquée au Katanga par le stade 6 (Kipata et al., 2013) et dans le triangle Tanganyika-Rukwa-Malawi (TRM) par le stade 2 (Delvaux et al., 2013). L'extension E-W qui correspond à la déformation néotectonique est liée à la divergence entre les microplaques nubienne et Victoria (rifting). Elle est illustrée sur terrain par les marqueurs observés à Muranga et Bweremana le long de la baie de Kabuno, dans le microrift de Bukavu, à Kavimvira (Uvira) et Mushangi (Walungu). Cette extension E-W avait été trouvée précédemment par d'autres auteurs en utilisant les données structurales de terrain (Ebinger, 1989), les données GPS (Saria et al., 2014) et les mécanismes au foyer des séismes (Delvaux et al., 2016 et Ganza et al., 2017).

Plusieurs marqueurs paléotectoniques présentent une tendance au glissement élevée à très élevée (≥ 0.6 c'est-à-dire $\geq 60\%$) lorsqu'ils sont soumis au champ de contraintes associé au rift du Kivu dérivant des mécanismes au foyer des séismes instrumentaux. Les marqueurs de deux premières phases semblent avoir joué grâce à leur réactivation, un rôle important dans la préfiguration et l'évolution du rift du Kivu. C'est le cas des failles de décrochement décrites dans la carrière de Muganzo qui présentent une grande susceptibilité aux mouvements lorsqu'elles sont soumises à tous les 3 champs de contraintes du rift du Kivu. Quant aux autres marqueurs pré-rifts étudiés, leurs susceptibilités aux mouvements changent considérablement d'un champ de contraintes à l'autre.

Références

Angelier, J., 1989. Tectonique cassante et néotectonique. *Annales de la Société géologique de Belgique* 112(2), 283-307.



- Delvaux, D., 2012. Release of program Win-Tensor 4.0 for tectonic stress inversion: statistical expression of stress parameters. EGU General Assembly, Vienna, 2012. Geophysical Research Abstracts, Vol. 14, EGU2012-5899.
- Delvaux, D., Kervyn, F., Macheyeke, A.S., Temu, E.B., 2012. Geodynamic significance of the TRM segment in the East African Rift (W-Tanzania): active tectonics and paleostress in the Ufipa plateau and Rukwa basin. *Journal of Structural Geology* 37, 161-180. DOI: 10.1016/j.jsg.2012.01.008.
- Delvaux, D., Mulumba, J.-L., Sebagenzi, M.N.S., Fiamma Bondo, S., Kervyn, F., Havenith, H.-B. (2017). Seismic hazard assessment of the Kivu rift segment based on a new seismotectonic zonation model (Western Branch, East African Rift system). *Journal of African Earth Sciences* 134, 831-855. DOI: 10.1016/j.jafrearsci.2016.10.004.
- Delvaux, D., Sperner, B., 2003. New aspects of tectonic stress inversion with reference to the TENSOR program. In: *New Insights into Structural Interpretation and Modelling* (D. Nieuwland Ed.). Geological Society, London, Special Publications 212, 75-100.
- Ebinger, C.J., 1989. Tectonic development of the western branch of the East African Rift System. *Geol. Soc. Amer. Bull.* 101, 885-903.
- Ganza, B.G., Mavonga, M.G., Delvaux, D., 2017. Analyse sismotectonique de quelques failles potentiellement actives de la partie occidentale du rift du Kivu en République Démocratique du Congo. *Geo-Eco-Trop.* 41(2), 169-186.
- Kipata, M.L., Delvaux, D., Sebagenzi, M.N., Cailteux, J.-J. and Sintubin M., 2013. Brittle tectonic and stress field evolution in the Pan-African Lufilian arc and its foreland (Katanga, DRC): from orogenic compression to extensional collapse, transpressional inversion and transition to rifting. *Geologica Belgica* 16(1-2), 001-017.
- Saria, E., Calais, E., Stamps, D.S., Delvaux, D., Hartnady, C., 2014. Present-day kinematics of the East African Rift. *J. Geophys. Res.* 119(4), 3584-3600.



Détermination des associations pétrographiques du minerai de fer et de sa gangue dans la formation de fer rubanée (BIF), gisement de Nabeba, nord-ouest de la République du Congo

GATSE EBOTEHOUNA Chester^{1*}, OTONGO Judicael², BANGA NDZON Hermann Brejnev³

1. Faculté des Sciences et Techniques, Université Marien Ngouabi, Brazzaville République du Congo
 2. Université Marien Ngouabi, Ecole Normale Supérieure, Brazzaville, République du Congo
 3. Ministère des Industries Minières et de la Géologie, Direction Générale de la Géologie, Brazzaville, République du Congo
- * Email : gatsechesther@gmail.com

Le gisement de fer de Nabeba est situé dans le district de Souanké, département de la Sangha, au nord-ouest de la République du Congo. Il est hébergé par la formation de fer rubanée (BIF) du socle d'Ivindo d'âge archéen (Gatsé Ebotehouna et al., 2021a, b). La lithologie de ce gisement est principalement composée de granite précambrien, d'intrusions mafiques-ultramafiques et de roches méta-volcano sédimentaires incluant des BIF et des schistes à chlorite-séricite-quartz (Figure 1, Gatsé Ebotehouna et al., 2021b). Les roches précambriennes de la région sont métamorphisées au faciès amphibolite et fortement déformées. Les BIFs de Nabeba contiennent de la magnétite, de l'hématite, de la magnésite et de la sidérite répandus au lieu de chlorite, de stilpnomelane, de feldspath potassique et de ferroan-dolomite, qui sont des minéraux habituels dans les BIFs ailleurs.

Les minéraux de minerai de fer tels que la magnétite, l'hématite (divers types de martite et d'hématite microplaty), la goethite, ainsi que des minéraux de gangue tels que le carbonate (ferroan-dolomite, ferroan-magnésite ; figure 2), la muscovite (stilpnomelane), les feldspaths potassiques, la chlorite, l'apatite et le sulfure (figure 2 ; Chalcopyrite, pyrite, bornite, sphalerite) ont été analysés par microscopie optique, microscopie électronique à balayage (MEB) et microanalyse par sonde électronique (EPMA), pour déterminer le type de minéraux de minerai de fer et confirmer les phases minérales présentes, leur chimie ainsi que la chimie des minéraux de gangue associés. L'objectif était d'identifier et de caractériser la provenance de chaque minéral et de corrélérer leur distribution avec la texture et les associations minérales. Ensuite, fournir des informations sur l'ordre d'origine des assemblages des minéraux.

Toutes les analyses effectuées dans cette étude poussent à conclure qu'une partie de la magnétite pourrait être un produit de la diagenèse précoce ou se serait formée au cours du métamorphisme ou des activités hydrothermales tardives. L'hématite est liée à la recristallisation métamorphique, la magnésite peut s'être formée à la fin du stade diagénétique, le feldspath potassique et la rutile se sont formés au stade métasomatique ou hydrothermal. Enfin, la plupart des minéraux formés résultent de la recristallisation métamorphique ou d'une activité hydrothermale tardive.

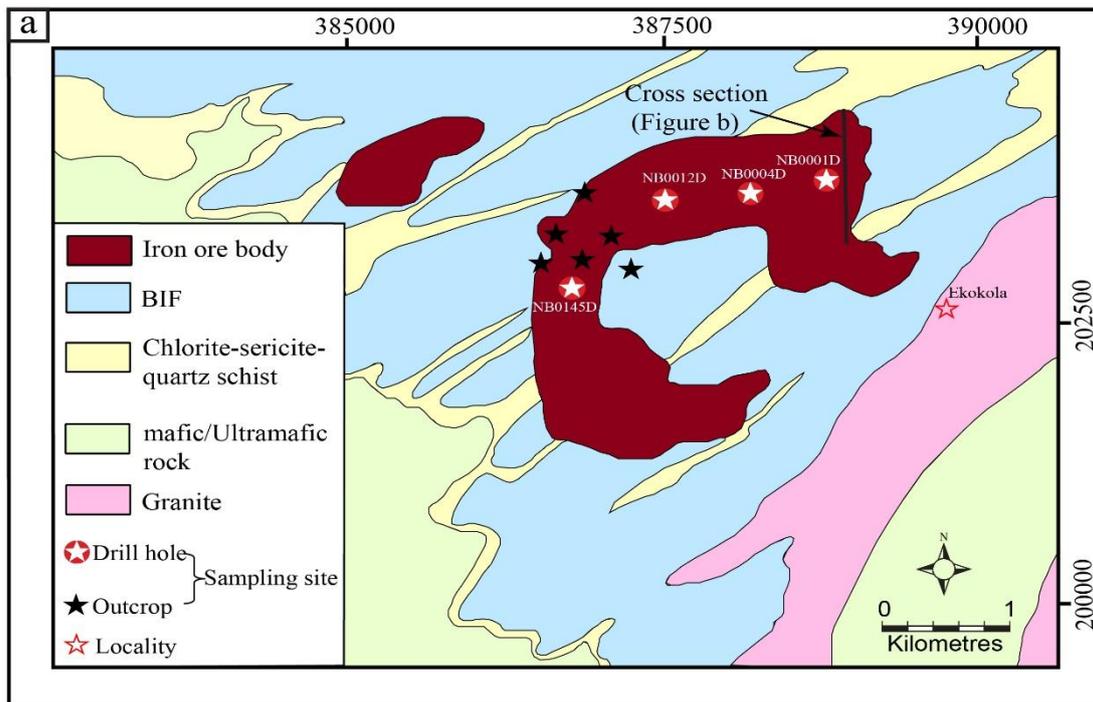


Figure 1 : Carte géologique du gisement de Nabeba Fe modifiée de (Longley et al., 2013), montrant le site d'échantillonnage.

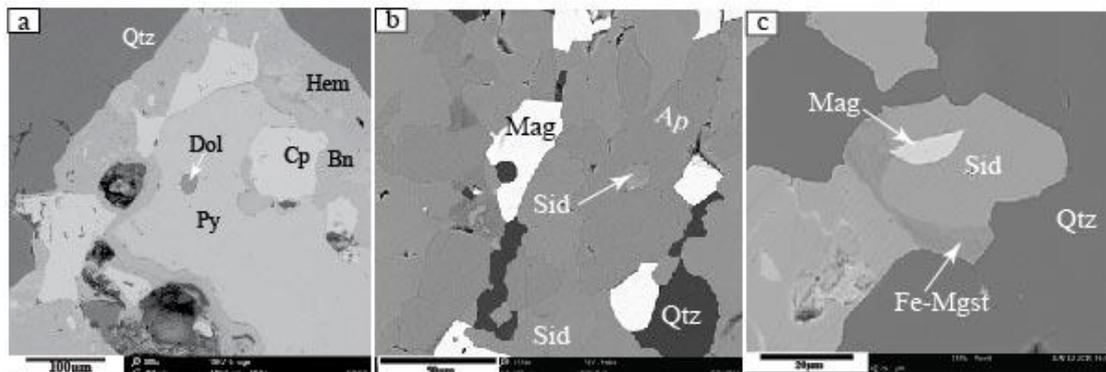


Figure 2 : Images d'électrons rétrodiffusés (BSE) illustrant les différentes textures des BIFs de Nabeba. (a) des sulfures (pyrite, chalcopirite et bornite) dans un grain de quartz granoblastique. Remarquez l'inclusion de dolomie dans la pyrite en équilibre avec la chalcopirite, qui a été localement remplacée par la bornite; (b) apatite remplacée par la sidérite; (c) la sidérite remplacée par la ferroan-magnésite.

Références

- Gatsé Ebotelhouna C, Xie Y, Adomako-Ansah K, et al. 2021a. Depositional environment and genesis of the Nabeba Banded Iron Formation (BIF) in the Ivindo basement complex, Republic of the Congo: Perspective from Whole-Rock and Magnetite Geochemistry. *Minerals* 11(6), 579. DOI: 10.3390/min11060579.
- Gatsé Ebotelhouna C, Xie Y, Adomako-Ansah K, et al. 2021b, Petrology, geochemistry, and zircon U–Pb–Lu–Hf isotopes of granitoids from the Ivindo Basement Complex of Souanké Area, Republic of Congo: insights into the evolution of Archean continental crust. *Geological Journal* 1–27.
- Longley R, Kitto P, Thornett S. 2013. Iron Ore 2013. Exploration history of the Mbalam Iron ore project." Sundance Resources Ltd, Perth, Australia3.



La Structure "Kiri High" dans le bassin du Congo. Un haut gravimétrique ou structural ?

KADIMA K. Étienne*, KIPATA M. Louis, MULUMBA M. Jean-Luc, SEBAGENZI M.N. Stanislas

Université de Lubumbashi, Dépt. de Géologie, Lab. de Géophysique et Géodynamique de la Lithosphère, Lubumbashi, République démocratique du Congo

* Emails : ekkchk@gmail.com ; kadima_etienne@yahoo.fr

La structure de Kiri, connue dans la littérature sous le nom de "Kiri High", est une signature tectonique caractéristique du bassin du Congo. La compréhension précise de sa nature, sa géométrie et son extension est d'une importance capitale pour l'appréhension de la structure de subsurface et l'évolution tectonique de ce vaste bassin intracontinental d'Afrique. En effet, quoique les travaux de reconnaissance géologique et géophysique de ce bassin soient parcellaires suite à la présence d'une forêt dense d'accès difficile, d'une épaisse couverture sédimentaire récente et des longues périodes d'instabilité socio-politique dans la région, les retraitements et interprétations améliorés de différentes données ont apporté quelques avancées sur l'histoire géologique de la région.

La gravimétrie a montré que la région du bassin est caractérisée par une forte anomalie négative à l'air libre mais la carte d'anomalie de Bouguer (anomalie de courte longueur d'onde) est ponctuée d'anomalies positives linéaires. L'épluchage gravimétrique fait ressortir une anomalie positive et linéaire d'orientation NO-SE avec extension NE-SO qui coexiste avec certaines anomalies positives à courte longueur d'onde. L'étude de la compensation isostatique montre que la partie centrale du bassin est en déséquilibre isostatique de type Airy. La carte d'anomalie isostatique est marquée par une anomalie positive, caractéristique de la présence d'un excès de masse au-dessus de la surface de compensation. Cette dernière se superpose également sur les autres signatures gravimétriques positives.

L'examen des lignes de sismique réflexion, par ailleurs, montre dans la partie centrale du bassin, des déformations post-sédimentaires affectant les sédiments néoprotérozoïques, paléozoïques et mésozoïques. Cette zone de déformations d'alignement NO-SE dans la partie Est et NE-SO dans son extension Ouest coexiste également avec celles des différentes anomalies gravimétriques positives susmentionnées. La structure géologique liée à ces déformations constitue le haut fond de Kiri, couramment désignée dans les littératures comme le "Kiri High" (Daly et al., 1992). Sa formation est attribuée soit à la surrection crustale (Daly et al., 1992; Delvaux et al., 2021) soit à l'inversion sédimentaire due à la tectonique salifère (Kadima et al., 2011a, 2011b). La surrection crustale conforte le modèle d'un haut structural qui se serait formé à la suite d'une compression crustale dont l'intensité reste encore à évaluer. Par contre, l'hypothèse d'inversion sédimentaire exclut l'existence d'un haut fond structural. Dans ce cas, le Kiri High serait la trace du signal gravimétrique résiduel dû au rifting du craton du Congo consécutif à la formation du bassin. Nous examinons les facies sismiques des lignes recoupant la structure de Kiri et discutons de l'évolution et la subsidence du bassin en termes d'isostasie. Toutes ces évidences réfutent la présence d'un haut structural au centre de ce vaste bassin.



Références

- Daly, M., Lawrence, S., Diemu-Tshiband, K., Matouma, B., 1992. Tectonic evolution of the Congo River Basin, Zaire. *Journal Geological Society, London* 149, 539-546.
- Kadima, E., Delvaux, D., Sebagenzi, S.M.N., Tack, L., Kabeya, S.M., 2011a. Structure and geological history of the Congo basin: An integrated interpretation of gravity, magnetic and reflection seismic data, *Basin Research* 23, 499-527, doi: 10.1111/j.1365-2117.2011.00500.x
- Kadima, K. E., Sebagenzi, S.M.N., Lucazeau, F., 2011b. A Proterozoic-rift origin for the structure and the evolution of the cratonic Congo basin, *Earth and Planet Sci. Lett.* 204, 240-250, doi: 10.1016/j.epsl.2011.01.037.
- Delvaux, D., Maddaloni F., Tesauro, M., Braitenberg, C., 2021. The Congo Basin: Stratigraphy and subsurface structure defined by regional seismic reflection, refraction and well data. *Global and Planetary change* 198, 103407.

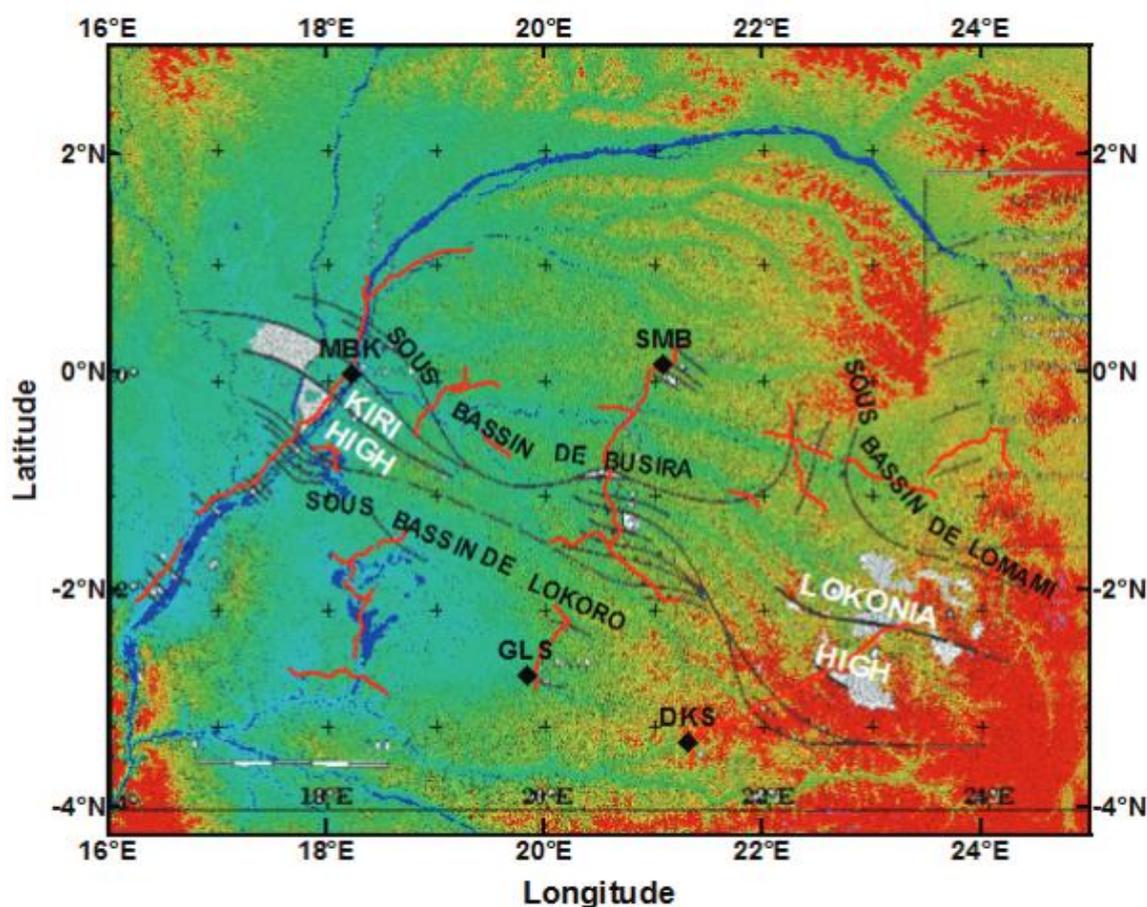


Figure 1: MNA de la région du bassin du Congo montrant la position du Kiri High et les lignes sismiques.



Corrélation géomorphologique et structurale des effondrements et ravinements dans la ville de Mbuji-Mayi

KAKULE Roland^{1*}, KANDA Valentin¹, KONGOTA Elvis¹, DELVAUX Damien²,
LAHOGUE Pascale², LUKUSA Crispin³

1. Centre de Recherches Géologiques et Minières, Kinshasa, République démocratique du Congo
2. Musée Royale de l'Afrique Centrale, Tervuren, Belgique
3. Institut Supérieur Pédagogique de Mbuji-Mayi, République démocratique du Congo

* Email : rolandkakule@gmail.com

Les phénomènes d'effondrement et de ravinement dont la ville de Mbuji-Mayi est sujette, sont contrôlés par la tectonique. Cette tectonique liée au rifting tant bien avorté de la cuvette que celle, actuelle, du rift est africain.

Les alignements montrent une préférence pour les surfaces de faiblesse telles que les talwegs.

Deux styles structuraux traduits par deux systèmes de fracturation ont été relevés dans la ville, au nord, les effondrements et les ravins sont alignés suivant l'orientation préférentielle NNE – SSW.

Tandis qu'au sud de la ville, le second système y est imprimé par un alignement préférentiel correspond à celui des effondrements et ravinement orientés NW – SE.

Ces deux systèmes marquent la signature de deux contextes géodynamiques liés tous à la tectonique des plaques. Le premier qui a un régime d'extension avec une légère variante compressive.



Pegmatite zonation and muscovite as a geochemical indicator for tin-tantalum-tungsten mineralization: A field and mineral chemical study of the Kalehe and Idjwi areas, Democratic Republic of Congo

KALIKONE C.^{1,2,3*}, BORST A.M.^{3,4}, NAHIMANA L.¹, NZOLANG C.²,
NIMPAGARITSE G.³, BATUMIKE J.M.², RUMANYA R.², KEZIMANA L.F.¹,
DELVAUX D.³, DEWAELE S.⁵

1. Doctoral School of the University of Burundi, Centre for Research in Natural and Environmental Sciences (CRNES), Department of Earth Sciences, University of Burundi, Bujumbura, Burundi
2. Department of Geology, Official University of Bukavu, République démocratique du Congo
3. Royal Museum for Central Africa, Tervuren, GeoRes4Dev project, Belgium
4. Department of Earth and Environmental Science, KU Leuven, Leuven, Belgium
5. Department of Geology, Ghent University, Belgium

* Email: kalikchrist@gmail.com

The central part of the Karagwe-Ankole belt in the Great Lakes area in Central Africa is rich in various rare and strategic elements. Within this belt, the area north of Kalehe and Idjwi island within the Sud-Kivu Province, eastern Democratic Republic of the Congo (DRC), contains Nb, Ta, Sn and W mineralizations hosted in pegmatites and quartz veins related to leucogranite intrusions. In this study, two granite-pegmatite fields were studied: the Bugarula field on the northern part of Idjwi island, and the Kalehe field north of Kalehe, along the west coast of Lake Kivu.

Based on the mineralogical assemblages, five pegmatite zones were identified, occurring with some spatial overlap [explain their spatial relations] 1: albite pegmatites, 2: two-mica pegmatites, 3: muscovite pegmatites, 4: beryl-bearing Nb-Ta-Sn mineralized pegmatites, 5: tourmaline-bearing Nb-Ta-Sn mineralized pegmatites. No parental leucogranites are found directly associated with the pegmatites, but leucogranites found in these areas have an average composition of 3.6 wt.% K, 8 ppm Cs, and 300 ppm Rb. The mineralized pegmatites (4 and 5) show high concentrations of Nb, Ta and Sn. They are the most evolved and distant from the parent granite. Muscovite compositions were analysed from each zone and used to calculate fractionation trends using a Rayleigh-type modelling. The degree of fractionation with respect to the initial composition of the leucogranite varies from 20% to 99%, respectively for the least fractionated and most evolved pegmatites in the Idjwi granite-pegmatite field. At Kalehe, fractionation values also range from 22% up to 99% for the least fractionated and most evolved (mineralized) pegmatites, respectively. This range in degrees of fractionation and enrichment in economically interesting elements is comparable to that reported for other pegmatite fields in the Karagwe-Ankole belt.



Les enjeux miniers et son impact socio-économique dans le territoire de Walikale

KAMBALE SIMSI Bienfait*

Université de conservation de la nature et de développement de Kasugho, République démocratique du Congo

* Email : bienfaitsimisi@gmail.com

Les ressources minérales constituent un domaine économique important et font des pays en voie de développement miniers une source de sollicitation par les industriels. A nos jours, la demande accrue en nouvelle technologie et technologie de pointe font à ce que même la plus petite pépite d'or soit cible des travaux miniers. L'usage par exemple des minerais de 3T (Etain, Tungstène, Tantale) et ETR (Eléments des Terres Rares) dans la production des outils intelligents et énergie suscite plus une demande de consommation de ces corps métallifères. Leur localisation dans les pays du Sud fait naître la relation Sud-Nord et Nord- Sud.

Dans cette partie de la province du Nord Kivu en territoire de Walikale, la densité de la population reste la plus inférieure et cela est une cause du sous-développement car la richesse primaire pour une agglomération est sa ressource humaine. Dans cette optique, la population reste dispersée sur l'étendue du territoire.

Cette dissémination démographique serait normalement à l'origine de la pluralité des voies d'accès pourtant chose non réaliste. Le territoire est traversé par la route joignant Bukavu et Kisangani respectivement chefs-lieux de la province du Sud Kivu et Tshopo. Le chef-lieu du territoire portant le même nom communique avec Goma, ville provinciale par une route de 350km dont son état mérite une révision pour déserte non seulement agricole mais aussi minière. Pour cette cause, le sens Goma Walikale, pénible pour plus de motos et voiture excepté les jeeps 4X4 tout terrain, les petits porteurs sont les mieux placés pour le moment.

La zone cible de cette projection, Mindumbi est jointe avec la cité de Walikale par une voie routière dont l'état est moins praticable par les engins. Les autres entités autour de Mindumbi sont connectées par un réseau routier datant dont la réouverture est nécessaire. La RDC, un des PED (Pays en Voie de Développement) miniers est porteuse dans son sous-sol d'une immense potentialité minière dont l'exploration et exploitation prêtent gain aux nations des multilatéraux et leurs origines pourtant sans tenir compte des peuples riverains.

En réponse aux besoins de la nation et des localités hôtes des occurrences et richesses minières, quelques coopératives minières se portent garantes pour l'exploration, l'exploitation et la valorisation de certaines régions dans leurs droit et procession minières. Cela étant, la coopérative Geocons se donne la peine de mener la prospection et remise en portefeuille et de prime-abord les concessions dont elle est titulaire dans les sites porteurs de cassitérite, colombo-tantalite, Wolframite et d'or dans le territoire de Walikale où les premières analyses effectuées ont précisé une teneur de 65 % Sn.



Caractérisation des radionucléides et aperçu de leurs risques radiologiques dans le bassin sédimentaire côtier congolais (République du Congo)

KAYA Freddy Cacharel^{1,3,4*}, LAISSAOUI Abdelmoughit², AIT BOUH Hasna², ELENGA Hilaire^{1,3}, SEBBAR Mohamed², BENKIDAD Azzouz², DALLOU Guy Blanchard⁴

1. Faculté des Sciences et Techniques, Université Marien Ngouabi, Brazzaville République du Congo

2. Centre National de l'Énergie, des Sciences et des Techniques Nucléaires, Rabat-Agdal, Maroc

* Email : cf_kaya@yahoo.fr

Dans le contexte du développement durable, les techniques nucléaires constituent aujourd'hui un outil efficace dans la lutte contre la pollution environnementale et le changement climatique. La dispersion, la distribution et la concentration des éléments radioactifs dans les sols, eaux, airs, organismes biologiques marins et continentaux, entraînent souvent des effets radiologiques dangereux dans ces différents compartiments de l'environnement. De nombreuses études ont montré que la recherche et l'exploitation des substances minérales (pétrole, mines de potasse, de phosphates, eaux minérales, pierres précieuses, etc.), les activités industrielles, agricoles et urbaines sont à l'origine de l'augmentation des concentrations des radionucléides (El-Gamal, 2014; Babatunde et al, 2015; Thi Hong Hanh Le, 2020) et des métaux lourds dans l'environnement (Benkidad, 2011; SABA, 2019; Carvalho, 2006). Le bassin sédimentaire côtier congolais n'est pas exempt de cette situation où il se développe un ensemble de complexe industriel le long du littoral, en pleine mer et à l'intérieur du bassin, et les départements de Pointe-Noire et Kouilou connaissent dès lors un accroissement massif de la population d'environ 600.000 habitants et dont la majeure partie est concentrée dans la principale et deuxième ville du pays, Pointe-Noire (Moukandi, 2012). Plusieurs autres activités se sont développées le long du littoral comme la pêche, le tourisme, etc...qui rendent ainsi vulnérable les écosystèmes marins et côtiers, comme le cas dans toutes les zones côtières du monde.

Dans le cadre d'un projet de coopération technique RAF0062 de l'AIEA, en contrepartie avec le projet national PRC7001 sur la protection et la surveillance de la pollution marine, s'est développé les objectifs de cette étude dont le principal est de doser, caractériser les contaminants radioactifs dans les sédiments et les biotes marins dans ce bassin, puis évaluer leurs risques radio-écologiques (Ait Bouh et al, 2021; Babatunde et al, 2015), identifier les processus diagénétiques et géologique qui contrôlent respectivement le dépôt des sédiments marins et la concentration et la distribution des radionucléides dans lesdits sédiments.

Les échantillons de sédiments qui ont conduit à cette étude ont été collectés le long du littoral congolais, dans les estuaires des lagunes et rivières qui débouchent directement ou indirectement dans l'océan atlantique (Figure 1). Après séchage à l'air ambiant et à l'étuve, suivit du broyage, des techniques nucléaires comme la Spectrométrie Gamma (El-Gamal, 2014; Benkidad, 2011) a été utilisée pour doser les activités des radionucléides, où l'analyse a nécessité le conditionnement des échantillons pendant trois (03) semaines dans des flacons scellés de 200 ml, afin de permettre au (²²⁶Ra) d'atteindre l'équilibre radioactif.

Les résultats obtenus ont montrés les radionucléides ²³⁴Th (²³⁸U), ²¹⁴Bi(²²⁶Ra), ²¹⁰Pb, ²¹²Bi(²²⁸Th), ²²⁸Ac(²²⁸Ra) et ⁴⁰K, qu'à l'exception du ⁴⁰K où les activités présentent des teneurs élevées, les autres radionucléides ont des activités faibles avec respect de la valeur limite internationale de référence [UNESCAR, 2000]. L'application de la méthode du rapport radioisotopique ²²⁶Ra/²²⁸Ra a permis d'identifier le processus géologique par accumulation des sédiments marins comme facteurs influençant le dépôt dans la zone d'étude



(Arriola-Velasquez et al, 2021) et la concentration et la distribution déterminées par la technique de normalisation des radionucléides par l'activité moyenne du ^{40}K (Love et al, 2003) sont contrôlées par la granulométrie. Les indices de risques radiologiques (Dair, Raeq et Hex) des radionucléides émetteurs de radiations gamma sur la santé humaine et les risques radioécologiques des biotes évalués par l'outil ERICA (Ait Bouh et al, 2021) (un logiciel qui permet l'estimation des débits de dose au biote : un ensemble d'organismes de référence par défaut) ont montré une absence de risque pour la santé humaine et pour les organismes biologiques marins.

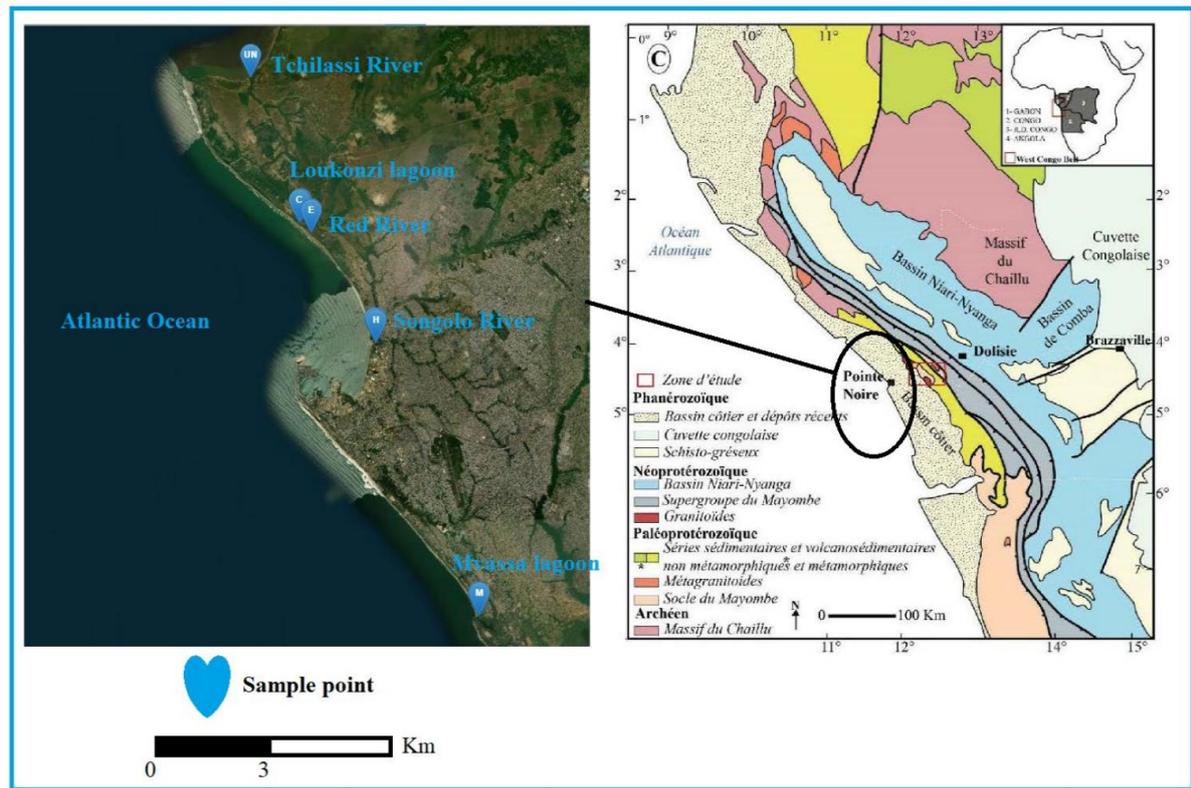


Figure 1 : Localisation des points d'échantillonnage.

Références bibliographiques

- Ait Bouh, H., Laissaoui, A., Ziad, A., El Kotbi, M.C., Benmhammed, A., (2021). Levels of natural and anthropogenic radionuclides in sediments of some moroccan coastal areas and dose assessment based on Erica tool. *Radiation Protection Dosimetry* 2021), 1–15. DOI: 10.1093/rpd/ncab116.
- Arriola-Velásquez, A.C., Tejera, A., Guerra, J.G., Geibert, W., Stimac, I., Cámara, F., Alonso H., Rubiano, J.G., Martel, P., 2021. ^{226}Ra , ^{228}Ra and ^{40}K as tracers of erosion and accumulation processes: A 3-year study on a beach with different sediment dynamics. *Catena* 207, 105705.
- Babatunde, B.B., Sikoki, F.D., Hart, I., (2015). Human Health of Natural and Artificial Radioactivity Levels in the Sediments and Fish of Bonny Estuary, Niger Delta, Nigeria. *Challenges* 2015, 6, 244-257; doi: 10.3390/challe6020244.
- Benkdad, A., (2011). Contribution à la radioécologie et l'écotoxicologie côtières : applications aux algues comme bioindicateurs de la pollution et à la dynamique des polluants dans les



- suspensions aqueuses. Thèse, Université Ibn Tofaïl, Faculté des Sciences de Kénitra, Royaume du Maroc. 291/2011. 182p.
- Carvalho FP (2006). Agriculture, pesticides, food security and food safety. *Environmental Sciences and Policy* 9(7-8), 685-692.
- El-Gamal, A.A., (2014). Assessment of Natural Radioactivity Distribution in Surface sediment at Erosion and Accretion of Nile Delta Costal Profiles, Egypt. Department of Marine Geology, Coastal Research Institute (CoRI), National Water Research Center, (NWRC), 15 St., Elpharanaa, Elshalalat 21514,
- Alexandrie, Egypt. Love, AH., Esser, B.K., Hunt J.R., 2003. Reconstructing Contaminant Deposition in a San Francisco Bay Marina, California. *J. Environ. Eng.* 129(7), 659 - 666.
DOI:10.1061/(ASCE)0733-9372(2003)129:7(659).
- Moukandi N'kaya G.D., (2012). Etude Hydrogéologique, Hydrochimique In-Situ Et Modélisation Hydrodynamique du Système Aquifère du Bassin Sédimentaire Côtier de la Région de Pointe-Noire. Thèse de l'Université Marien Ngouabi, 141p.
- Saba, Dany., (2019). Les radionucléides et le plomb émis par une usine de fertilisants au Liban : Etude de leurs mobilités dans les sols et les plantes pour une évaluation du risque sanitaire. Thèse de doctorat de l'Université Paris-Saclay, Préparée à AgroParisTech (l'Institut des Sciences et Industries du Vivant et de l'Environnement), 154p.
- Thi Hong Hanh Le. Distribution et comportement du polonium dans deux anciens sites miniers français. Chimie inorganique. Université Côte d'Azur, 2020. Français. NNT : 2020COAZ4028. tel-03187922.
- UNESCAR (United Nations Scientific Committee on the Effects of Atomic Radiation), 2000. Sources And Effects of Ionizing Radiation. Report to the General Assembly, with Scientific Annexes. Vol. I: Sources. ISBN: 92-1-142238-8, New York, U.S.A



The challenge of sustainable development facing natural hazard risks in an African mountainous region

KERVYN François^{1*}, DEWITTE Olivier¹, MICHELLIER Caroline¹, SMETS Benoît, LAGHMOUCH Mohamed¹, ASHEPET Mercy^{1,3,4}, DENEIJS Axel^{1,5}, DILLE Antoine¹, BARRIERE Julien⁶, ILOMBE MAWE Guy^{7,8,9}, KANYIGINYA Violet¹⁰, KATEMBO Hugues¹¹, MAKI MATESO Jean-Claude¹², MUGARUKA BIBENTYO Bibentyo Toussaint^{1,8,13}, MAFUKO NYANDWI Nyandwi Blaise¹⁴, NSABIMANA Jean^{1,15,16}, d'OREYE Nicoloas^{6,17}, OTH Adrien⁶, SUBIRA Josué^{1,6,7,18}, MUHASHI Habiyaremye François¹⁴, NDAYISENGA Aloys¹⁶, NZOLANG Charles⁸, TWONGYIRWE Ronald^{10,19}

1. Musée royal de l'Afrique centrale (AfricaMuseum), Dept. of Earth Sciences, Tervuren, Belgium
 2. Vrij Universiteit Brussel, Dept. of Geography, Brussels, Belgium
 3. Musée royal de l'Afrique centrale (AfricaMuseum), Dept. of Biology, Tervuren, Belgium
 4. Katholieke Universiteit Leuven, Dept. of Earth and Environmental Sciences Leuven, Belgium
 5. Vrij Universiteit Brussel, Dept. of Hydrology and Hydraulic Engineering, Brussels, Belgium
 6. European Center of Geodynamic and Seismology, Grand Duchy of Luxembourg
 7. Université de Liège, Dept. of Geography, Liège, Belgium
 8. Université Officielle de Bukavu, Dept. of Earth sciences, Bukavu, République démocratique du Congo
 9. Université de Kinshasa, Geoscience Department, Kinshasa, DR Congo
 10. Mbarara University of Science and Technology, Dept. of Environment and Livelihoods, Mbarara, Uganda
 11. Protection Civile du Nord-Kivu, Goma, DR Congo
 12. Centre de Recherche en Sciences Naturelles, Dept. of Geophysics, Lwiro, DR Congo
 13. Universiteit Gent, Dept. of Geology, Gent, Belgium
 14. Université Officielle de Goma, Faculté des Sciences, Goma, République démocratique du Congo
 15. Université de Namur, Department of Geography, Namur, Belgium
 16. Université du Burundi, Dept. of Geography, Environment, and Population, Bujumbura, Burundi
 17. National Museum of Natural History, Dept. of Geophysics/Astrophysics, Walferdange, Gd Duchy of Luxembourg
 18. Goma Volcano Observatory, Goma, République démocratique du Congo
 19. University of Reading, School of Agriculture, Policy and Development Reading, United Kingdom
- * Email: francois.kervyn@africamuseum.be

The problem of risks associated with natural hazards is growing every day throughout the world. This situation is particularly pronounced in Africa. There are many reasons for this, the main ones being the growing exposure of the population and infrastructures to terrains naturally prone to hazards, and the contribution of human activity to the transformation of landscapes. Added to this are the likely effects of human-induced climate change, leading to changes in the spatio-temporal distribution of rainfall and its intensity.

According to the World Meteorological Organisation, between 1970 and 2021, Africa recorded ~1,800 disasters linked to extreme weather events, resulting in the deaths of more than 730,000 people and an economic impact estimated at 43 billion USD. While these figures that focus only on some types of hazards vary depending on the sources and events taken into account, scientists agree that they are almost certainly underestimated due to the lack of available data, as explicitly highlighted in the latest IPCC report.

In that perspective, the situation in the mountainous region of the western branch of the East African Rift, at the border between Burundi, Rwanda, Uganda and eastern DR Congo is emblematic. The geological context of this region is characterised by a unique combination of geological formations favourable to mineralisation, as well as by the development of the East African rift and its wet tropical climates. These particular climatic, geological and geomorphological conditions are natural interacting drivers that play a major role in the

occurrence of geo-hydrological hazards such as landslides, (flash-)floods, gully erosion and volcanic eruption. These drivers are compounded by processes such as agricultural expansion, deforestation, road construction, urbanization and mining activities., all of which are intense environmental changes conducive to changes in the frequency and intensity of occurrence of new landslides, flash floods and gullies.

The Africamuseum’s GeoRiskA team and its partners have been studying these processes for almost twenty years, using a holistic and transdisciplinary approach to hazard risk characterisation. This approach ranges from understanding hazards to developing awareness-raising tools, and includes assessing the exposure and vulnerability of exposed populations and infrastructures. This work has revealed that there are still obstacles to taking account of natural hazards and associated risks in development decisions and strategies.

Above all, the study of hazards requires the development of local scientific expertise, supported by researchers skilled in raising awareness among decision-makers, guiding priorities and disseminating information. This expertise is currently being developed through scientific cooperation between institutions in the North and their partners in Africa. This cooperation provides a basis for acquiring and analysing the scientific data needed to characterise and understand hazard risks. For example, with the help of partner scientific institutions in Central Africa and Luxembourg, the AfricaMuseum has contributed to the deployment and maintenance for almost ten years of a regional seismic network dedicated to the study of volcanic activity in the Virunga and the tectonics of the Albertine Rift (Smittarello et al, 2022). In the same context, satellite methods have been developed to detect ground displacements associated with volcanic activity or slope instabilities, as observed in the city of Bukavu (Figure 1), which has been affected by major landslides (Dille et al, 2022).

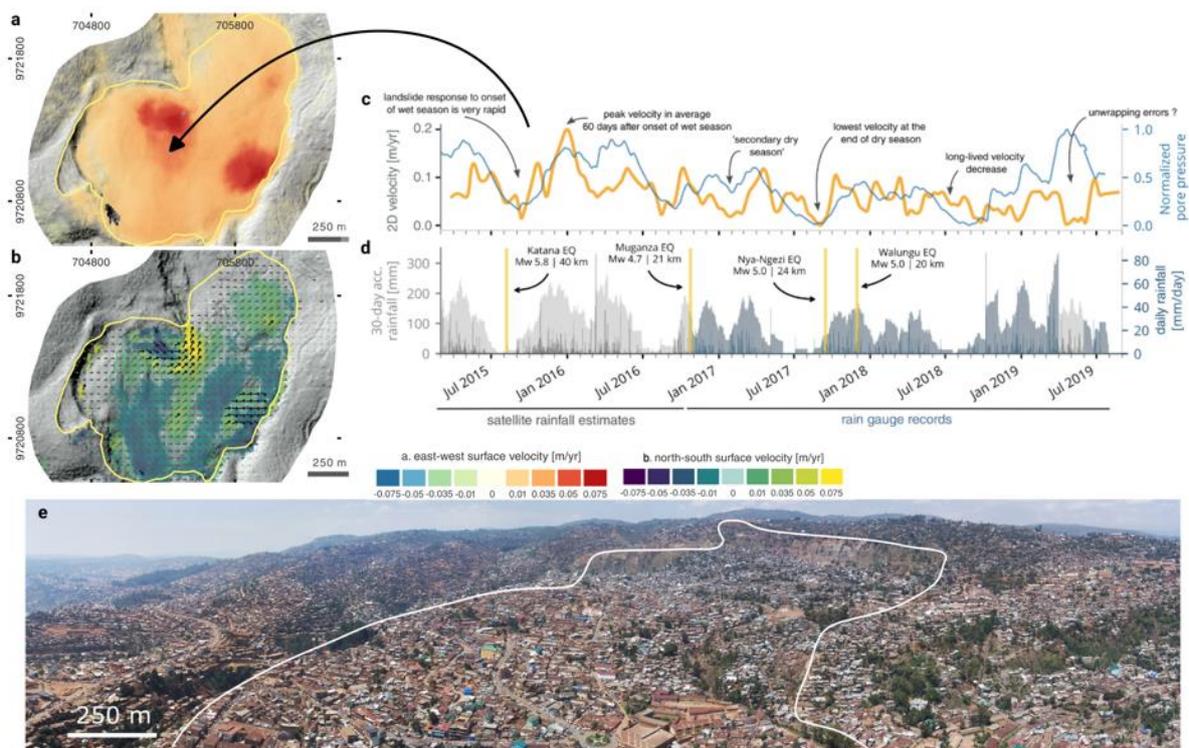


Figure 1: Kinematics and dynamics of a large slow-moving landslide, called Funu landslide, in the city of Bukavu (DR Congo). (a, b) Space-based landslide velocity patterns. (c, d) Landslide displacement, pore pressure and rainfall time series. (e) Illustration of the densely populated Funu; ~80.000 inhabitants live on this landslide. Figure adapted from Dille et al. (2022).



In addition, the use of archives, such as aerial photographs or historical maps conserved at the AfricaMuseum, can prove invaluable in analysing the temporal evolution of these phenomena (Depicker et al, 2021). But instrumental or satellite data is no substitute for field observations. Since 2019, as part of the HARISSA project supported by a framework agreement between Belgian DGD and the AfricaMuseum, two networks of citizen observers have been set up in eastern DR Congo and south-western Uganda to gather information on natural hazard disasters that occur in often remote and difficult to access areas. These networks have created an unprecedented database that can be accessed online (https://georiska.africamuseum.be/en/co_webgis), not only on hazards but also on their impacts, while helping to raise awareness among members of their communities (Kanyiginya et al, in press).

The risks incurred by the population and infrastructure are directly linked to their exposure to hazards and their vulnerability; assessing these risk components is essential. Against a backdrop of data scarcity, new methods have been developed, based on a mixed approach involving high-resolution satellite imagery, and quantitative and qualitative field surveys that enable spatial analysis of people and infrastructure exposure and assessment of their vulnerability (Michellier et al, 2020). Combined with the distribution of hazards, these data are used to produce detailed risk maps, a decision-making tool for disaster risk management and land-use planning.



Figure 2: A volcano museum has been developed in Goma within the facilities of the Goma Volcano Observatory to raise public awareness about volcanic hazards and the associated risks, and to increase the preparedness of the population.

Finally, given the increasing risks associated with natural hazards, and in order to meet the societal challenges that they pose and will pose in the future, raising awareness is a key factor. In response to this need, and at the request of the local authorities, the AfricaMuseum is working in partnership with the Civil Protection of North Kivu in DR Congo to develop educational and participatory tools for primary and secondary school children. Two educational centres have also been set up in Bukavu and Goma, focusing on landslide/flood/erosion and volcanic hazard risks (Figure 2) respectively, in order to communicate and transfer basic information to the general public and stakeholders and enable them to better assess the potential problems associated with these natural and human-induced processes. A recent study demonstrated the positive impact of these tools on people's perception of risk (Mafuko Nyandwi et al, 2022).

Overall, the scientific activities carried out by the AfricaMuseum and its partners around the general topic of natural hazard risk in Africa is framed around key international agenda such as the UN sustainable development goals and future actions in the near future will continue to strengthen the study of these natural hazard related processes in a region where the population is one of the hardest impacted in the world.



References

- Depicker, A., Jacobs, L., Mboga, N., Smets, B., Van Rompaey, A., Lennert, M., Wolff, E., Kervyn, F., Michellier, C., Dewitte, O. and Govers, G., 2021. Historical dynamics of landslide risk from population and forest-cover changes in the Kivu Rift. *Nature Sustainability* 4, 965-974.
- Dille, A., Dewitte, O., Handwerger, A.L., d'Oreye, N., Derauw, D., Bamulezi Ganza, G., Ilombe Mawe, G., Michellier, C., Moeyersons, J., Monsieurs, E., Mugaruka Bibentyo, T., Samsonov, S., Smets, B., Kervyn, M., and Kervyn, F., 2022. Acceleration of a large deep-seated tropical landslide due to urbanization feedbacks. *Nature Geoscience* 15, 048-1055.
- Kanyiginya, V., Twongyirwe, R., Kagoro-Rugunda, G., Mubiru, D., Sekajugo, J., Mutyebera, R., Deijns, A., Kervyn, M., and Dewitte, O., in press. Inventories of natural hazards in under-reported regions: a multi-approach insight from a tropical mountainous landscape. *African Geographical Review*.
- Mafuko Nyandwi, Blaise, Kervyn, Matthieu, Habiyaremye, François Muhashy, et al., 2023. Differences in volcanic risk perception among Goma's population before the Nyiragongo eruption of May 2021, Virunga volcanic province (DR Congo). *Natural Hazards and Earth System Sciences* 23(2), 933-953.
- Michellier, C., Kervyn, M., Barette, F., Syavulisembo, A.M., Kimanuka, C., Mataboro, S.K., Hage, F., Wolff, E. and Kervyn, F., 2020. Evaluating population vulnerability to volcanic risk in a data scarcity context: The case of Goma city, Virunga volcanic province (DR Congo). *International Journal of Disaster Risk Reduction* 45, 01460.
- Smittarello, D., Smets, B., Barrière, J., Michellier, C., Oth, A., Shreve, T., Grandin, R., Theys, N., Brenot, H., Cayol, V. Allard, P., Caudron, C., Chevrel, O., Darchambeau, F., de Buyl, P., Delhayé, L., Derauw, D., Ganci, G., Geirsson, H., Kamate Kaleghetso, E., Kambale Makundi, J., Kambale Nguomoja, I., Kasereka Mahinda, C., Kervyn, M., Kimanuka Ruriho, C., Le Mével, H., Molendijk, S., Namur, O., Poppe, S., Schmid, M., Subira, J., Wauthier, C., Yalire, M., d'Oreye, N., Kervyn, F. and Syavulisembo Muhindo, A., 2022. Precursor-free eruption triggered by edifice rapture at Nyiragongo volcano. *Nature* 609, 83-88.



Mauvaise gouvernance des revenus dans les pays riches en ressources minérales

KIBAMBE MUTAMBA Boni*

Université Pédagogique Nationale, Kinshasa, République démocratique du Congo

* Email : boni630@gmail.com

L'Afrique centrale est une région d'Afrique dotée de nombreuses ressources naturelles, notamment minérales et gazières, qui sont indispensables à la fabrication de produits de haute technologie et à l'industrie verte. Cependant, l'exploitation de ces richesses par des multinationales étrangères ne profite pas aux populations locales, qui restent pauvres et marginalisées. Les administrations territoriales qui sont supposées garantir le développement socio-économique de leurs territoires, sont devenues impuissantes et inefficaces face au pillage dévastateur des ressources et de l'écosystème. Souvent, elles sont aussi confrontées à des injonctions contradictoires de la part de leurs gouvernants et des multinationales. D'où, la nécessité de renforcer la gouvernance et la transparence dans le secteur de l'industrie extractive, ainsi que le partage équitable des bénéfices avec les communautés locales.

Ainsi, par les méthodes descriptives, analytiques et statistiques ainsi que par les techniques d'interview et documentaire, nous avons pu obtenir les données que nous présentons ci-dessous :

PAYS	2019		2020		2021	
	IDH	PIB	IDH	PIB	IDH	PIB
RDC	0,482	51780	0,479	48720	0,479	55350
Congo	0,570	12750	0,578	10480	0,571	13370
Gabon	0,709	16870	0,710	15310	0,706	20220
Cameroun	0,583	39670	0,578	40770	0,576	45340
Tchad	0,403	11310	0,397	10720	0,394	11780
Centre Afrique	0,411	2221	0,407	2327	0,404	2516
Sud Soudan	0,393	2770	0,386	5350	0,385	5490
Rwanda	0,534	11360	0,532	10.185	0,534	11070
Burundi	0,431	2477	0,426	2650	0,426	2780
Sao Tomé-et-Principe	0,622	427	0,619	472	0,618	526
Guinée Equatoriale	0,605	13360	0,599	10100	0,596	12270

Au regard de ces chiffres, on comprend que les PIB (Produit Intérieur Brut) sont en pleine croissance par rapport aux IDH (Indice de Développement Humain) qui ne font que dégringoler, ce qui explique le divorce entre le développement tant prôné et l'augmentation des revenus accusée par la gouvernance des recettes de l'Etat.

Références

ITIE, La norme Initiative pour la Transparence des Industries Extractives, 2016, Oslo.

Les Amis de la Terre en France, 2006, Aide politique aux exportations et développement durable : Actes du colloque sur COFACE.



Eléments Traces Métalliques dans les terrains superficiels et les eaux de surface de la ville de Likasi et ses environs : Discrimination entre héritage géologique et exploitation minière au Katanga méridional en RDC

KIDYANYAMA NGOY Théophile^{1,2*}, MEES Florias², De PUTTER Thierry², KIPATA Louis¹

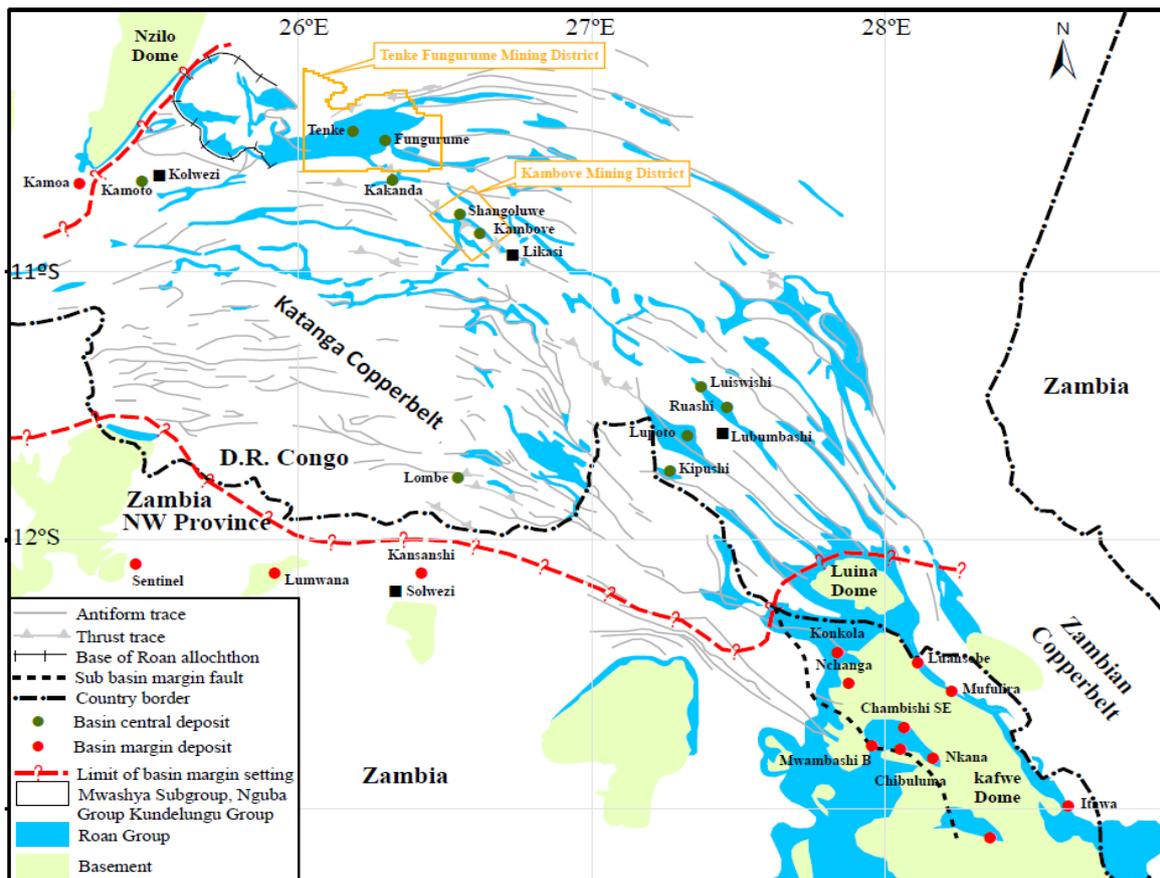
1. Université de Lubumbashi, Lubumbashi, République démocratique du Congo

2. Musée royal de l'Afrique centrale, Projet GeoRes4Dev, Tervuren, Belgique

* Email : theongoy@gmail.com

La Ceinture Cuprifère d'Afrique Centrale comprend des gisements de cuivre et cobalt de classe mondiale, qui ont déjà fait l'objet de plusieurs études (Cahen, 1954 ; Katekesha et al., 1971 ; Cailteux, 1973 ; Lefebvre, 1975 ; De Putter et al., 2010 ; Kipata et al., 2013 ; Mambwe et al., 2022). Elle s'étend du Sud-est de la RDC au Nord-est de la Zambie (Figure 1) et représente près de 5% des réserves mondiales de cuivre et environ 55% de celles de cobalt. L'uranium et d'autres éléments traces sont présents et sont fréquemment associés au cobalt (Mees et al., 2013).

Likasi se situe approximativement entre les méridiens 26° 35' et 26° 55' de longitude Est et les parallèles 11° 30' et 11° 20' de latitude Sud, à une altitude moyenne de 1270 m. Cette agglomération fût un centre majeur d'activités de l'Union Minière du Katanga. Trois quarts de siècle après sa création, elle demeure le siège du groupe centre de la Gécamines. Signalons que l'exploitation minière artisanale intensive, souvent illégale est opérée sur les sites de cette dernière.





Plusieurs auteurs ont mis en évidence des concentrations élevées de Cu et Co dans les plantes, les poissons, l'eau et le sol de la région du Katanga, largement au-delà des valeurs limites admises par l'OMS : 190ppm cuivre, 240ppm cobalt, 250 ppm Zn, etc. (Faucon et al., 2009 ; Manda et al., 2010).

Notre étude concerne la fraction sol de la ville de Likasi, à l'échelle du profil pédologique (+/- 2 mètres), et la fraction eau de surface. Elle a pour objectifs de caractériser l'évolution verticale des ETM dans le sol, jusqu'à la roche-mère pour comprendre leurs origine et mobilité. Cela passe notamment par la détermination, à l'échelle des profils pédologiques, des types d'altérites susceptibles de fixer ces métaux, et enfin, par les spéciations pour déterminer les espèces minéralogiques sous lesquelles se trouvent lesdits ETM.

Sur 13 échantillons répartis sur 4 profils qui ont été analysés par ICP-AES à l'Université Catholique de Louvain, nous observons une évolution des teneurs sensiblement rétrograde de la surface vers la profondeur, ce qui, a priori ne dénote aucune influence de la géologie locale dans la contamination des sols. C'est le cas du Profil-05 situé aux ACP-Likasi où nous observons dans les technosols, 4403ppm en Cu, 862ppm en Co et 2486ppm en Zn avec une chute brusque des teneurs immédiatement dans l'horizon sous-jacente : 401ppm en Cu, 68ppm en Co, 72ppm en Zn.

A Shituru s'observe un profil atypique dans un bas fond près de la rivière Kimpulande, il y a de fortes teneurs en Cu-Co-Ba dans les horizons limono-sablo-argileux médians (3534ppm-Cu, 1339ppm-Co et 38440 ppm-Ba). C'est un profil de pente de 7% SSE-NNE dans les matériaux alluvionnaires contenant de la barytine détritique. En surface, nous n'observons que 225ppm Cu. Le cobalt, bien qu'en des teneurs relativement inférieures au cuivre, semble avoir une même source de contamination que ce dernier, comme le montre leur covariance sur la figure 2.

Il s'observe une diminution de l'acidité des sols de la surface vers la profondeur, une diminution de la matière organique de la surface vers la profondeur, une diminution sensible de la concentration en métaux de la surface vers la profondeur. L'influence de la topographie est remarquable. Dans ces agrégats de sols s'observent des teneurs significatives en alcalins (Na₂O et K₂O), associés aux autres oxydes tels que Al₂O₃ et Fe₂O₃, ce qui explique l'abondance de la muscovite observée dans lesdits agrégats d'argile remaniés.

En perspective, nos horizons de sols étant essentiellement argileux, nous proposons de préciser les types d'argiles fixatrices et les expressions minéralogiques desdits ETM.

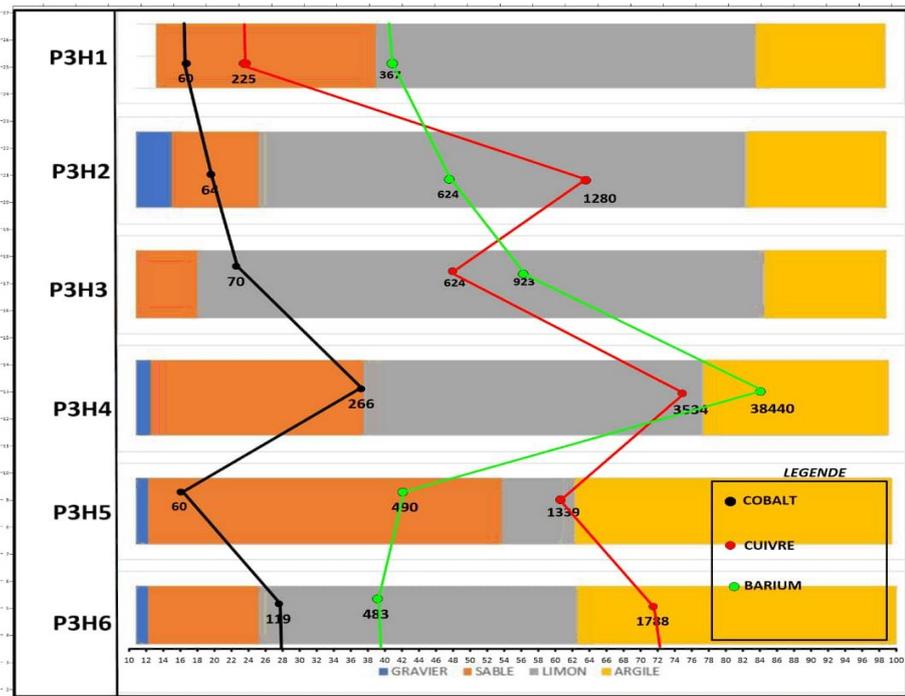


Figure 2 : Profil-03 : LIK-BF-KIMB-03

Références

- Cahen, L., 1954. Géologie du Congo Belge, Liège.
- Cailteux, J., Kampunzu, A., Lerouge, C., Kaputo, A., Milesi, J., 2005. Genesis of sediment-hosted stratiform copper-cobalt deposits, central African Copperbelt. *Journal of African Earth Sciences* 42(1), 134-158.
- Cailteux, J., 1974. Minerais cuprifères et roches encaissantes à Musoshi, Province du Shaba, République du Zaïre. *Annales de la Société géologique de Belgique* 96(2), 495-521.
- De Putter, T., Mees, F., Decrée, S., Dewaele, S. 2010. Malachite, an indicator of major Pliocene Cu remobilization in a karstic environment (Katanga, Democratic Republic of Congo). *Ore Geology Review* 38(1), 90-100.
- Faucon M., Colinet G, Mahy G, Luhembwe M.N, Verbruggen N, Meerts P., 2009. Soil influence on Cu and Co uptake and plant size in the cuprophytes *Crepidiorhodon perennis* and *Ctenus* (*Scrophulariaceae*) in SC Africa. *Plant and Soil* 317(1), 201-212.
- François, A., 1973. Stratigraphie, tectonique et minéralisation dans l'arc cuprifère du Shaba. *Annales de la Société géologique de Belgique. Centenaire de la Société Géologique de Belgique, Liège*, pp. 79-101.
- Katekesha, F., Bartholomé, P., Ruiz, J.L., 1971. Cobalt zoning in microscopic pyrite from Kamoto, Republic of the Congo (Kinshasa). *Miner. Deposita* 6, 167-176.
- Lefebvre, J.J., 1975. Les roches ignées dans le katanguien du Shaba (Zaïre), le district du cuivre. *Annales de la Société géologique de Belgique* 98(1), 47-73.
- Mambwe, T. Kidwanyama, M. Shengo, P. Muchez, P., Chabu, M., 2022. Geometallurgy of Cobalt Black Ores in the Katanga Copperbelt (Ruashi Cu-Co Deposit): A New Proposal for Enhancing Cobalt Recovery. *Minerals* 12(12), 295.
- Manda, K., Colinet, G., André, L., Manda, A.C., Marquet, J.P., Micha, J.C., 2010. Evaluation of Contamination of the Food Chain by Trace Elements (Cu, Co, Zn, Pb, Cd, U, V and As) in the Basin of the Upper Lufira (Katanga/DR Congo). *Tropicultura* 28(4), 246-252.
- Mees, F., Masalehdani, M.N.N, De Putter, T., D'Hollander, C., Van Biezen, E., Mujinya, B.B., Potdevin, J.L, Van Ranst, E., 2013. Concentrations and forms of heavy metals around two ore processing sites in Katanga, Democratic Republic of Congo. *Journal of African Earth Sciences* 77, 22-30.



Impact des cimetières sur la qualité des eaux souterraines et de surface dans le territoire congolais : Cas de Loukanga Kintono

KINTONO Hathor Régina *

Université Marien Ngouabi, Faculté des Sciences et Techniques, République du Congo

* Email : hathork98@gmail.com

Les eaux se présentent dans la nature sous deux types, les eaux souterraines et les eaux de surface, possédant chacune des caractéristiques propres pouvant être altérées par la présence d'un cimetière.

Dans cette étude, nous avons montré comment le cimetière dégrade la qualité des eaux consommées par la population du village Loukanga. Pour ce faire, nous avons d'abord élaboré une carte piézométrique en 2D pour voir les interactions entre les eaux souterraines et les eaux de surface. Les résultats ont montré que les eaux de surface drainent les eaux souterraines. Par la suite, nous avons réalisé les cartes topographique et piézométrique en 3D pour voir respectivement le sens de circulation des eaux de surface et celui des eaux souterraines. Le constat a été que les eaux souterraines et les eaux de surface prennent leur source au niveau du cimetière pour ensuite alimenter les différents points d'approvisionnement en eau. Outre la réalisation de ces cartes, nous avons effectué une analyse microbiologique afin de détecter la présence de certaines bactéries et les dénombrer. Cette analyse a conduit à la découverte d'une abondance de bactéries entéropathogènes dans les eaux souterraines et les eaux de surface. A cette analyse microbiologique s'est ajoutée une analyse chimique dans le but de déterminer les teneurs en certains métaux lourds susceptibles d'être présents dans les eaux. Les résultats ont montré des teneurs allant bien au-delà de la limite admise par l'OMS. Pour terminer, nous avons effectué des calculs importants afin de connaître le niveau de contamination en métaux lourds dans les eaux. La révélation a été que les eaux souterraines et les eaux de surface présentent une contamination élevée en métaux lourds.

Nos résultats suggèrent que le cimetière de Loukanga génère des contaminants microbiens et physicochimiques qui polluent les eaux consommées par la population.



Caractérisation de la pouzzolanité de basalte du massif de Mukimbungu à Kasi dans le système cimentaire pour la production d'un ciment bas-carbone au Kongo Central

KISONGA MANUKU Eric^{1*}, BONGWELE ONANGA Guy¹, MUKEBA CIKALA Louis¹, SEKE VANGU Max¹, UUCHI Parician², MASAKA NKUELO Dorcas¹, ILITO LOFONGO Daddy Patrick³, WETSHONDO OSOMBA Dominique¹

1. Université de Kinshasa, Faculté des Sciences et technologie, République démocratique du Congo
 2. Pretoria Portland Cement Barnet (PPC-B)
 3. Centre des Recherches Géologiques et Minières (CRGM), République démocratique du Congo
- * Email : eric.kisonga@unikin.ac.cd

Actuellement, il y a plusieurs catastrophes naturelles visibles çà et là dans le monde (des inondations, des ouragans, des cyclones, des ravinements...) et beaucoup se posent la question de ce qui se passe. La Terre commence de plus en plus à subir les méfaits du changement climatique. La RDC, n'est pas épargnée à ce phénomène. L'environnement se détruit davantage par des pluies diluviennes et les ravinement. La température augmente, la cause principale de celle-ci est l'émission des gaz à effet de Serre (GES) rejetés principalement par les industries, dont notamment les cimenteries. Le CO₂ est un GES très néfaste après le CH₄. La quasi-totalité des cimenteries en RDC sont dans le Kongo Central, ces cimenteries produisent le ciment portland, en chauffant le mélange calcaire, argiles et sable jusqu'à environ 1450°C dans un four rotatif. Cette combustion dégage une quantité importante de CO₂ dans l'atmosphère par la décomposition de la calcite (la décarbonatation), principal minéral des calcaires en chaux (56% de CaO) et en dioxyde de carbone (44% de CO₂) donc pour 1000 kg de calcaire, il y a 560 kg de CaO et 440 kg de CO₂. La production du ciment est responsable de 5 à 8 % des émissions anthropiques et environ 35 % des émissions industrielles de CO₂ (Scrivener, 2015). D'autre part, les combustibles fossiles utilisés pour chauffer les fours sont responsables d'une partie des émissions du CO₂. Pour chauffer les fours à combustion du charbon pour produire le clinker, il faut également pour 1000kg de calcaire, 130kg de charbon ceci génère en plus 465kg de dioxyde de carbone (CO₂-combustible), au total, on rejette dans l'air, une quantité totale de 905 kg de CO₂ (Benredouane et al. 2004). Par contre, récemment encore Scrivener et al. 2016 ont estimé que pour produire une tonne de ciment, il y a environ 800 à 900 kg de CO₂ émis. Environ 4,2Gt de ciment sont produites par an et cette production ne cesse d'augmenter (Cembureau, 2017). Ceci montre la quantité énorme de CO₂ émis dans l'atmosphère par an par les industries cimentières.

Contexte géologique : la RDC est connue pour sa grande diversité des ressources naturelles géologiques. Parmi ces ressources, la province du Kongo central a plusieurs roches carbonatées dont le calcaire susceptible d'être utilisé dans la production du ciment. C'est pour cette raison que la quasi-totalité de cimenteries sont localisées dans cette province. Dans le souci de réduire les émissions de CO₂ dans l'atmosphère, une étude a été menée pour substituer le clinker dans le système cimentaire par le basalte du massif de Mukimbungu à Kasi (figure 1) afin de produire un ciment portland composite (ciment écologique) avec 75% de clinker et 25% de basalte.

Ainsi, ce massif est fait d'une structure anticlinale et affecte les roches sédimentaires de l'Ouest-Congolien. Signalons que des roches magmatiques, de nature basique sont trouvées vers la base de ces formations sous forme des laves épanchées dans la Diamictite inférieure (De Paepe et al. 1975).

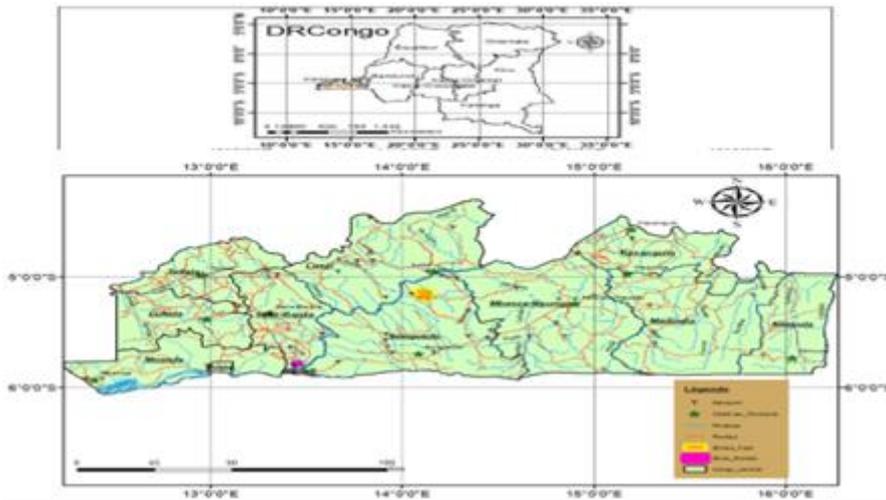


Fig. 1 : Carte de localisation géographique du site au Kongo Central

Les méthodes, par spectroscopie à fluorescence X et diffractométrie des rayons X ont été utilisées pour caractériser les différents composants, les conditions de pouzzolanité pour la réactivité des basaltes et enfin, les essais mécaniques pour suivre les performances du mortier ont été réalisés.

Pour déduire la pouzzolanité d'un matériau, trois conditions suivantes doivent être remplies :

- $\text{SiO}_2 + \text{Al}_2\text{O}_3 + \text{Fe}_2\text{O}_3 > 70\%$ (1) ;
- $\text{SiO}_2 - \text{CaO} > 34\%$ (2) ;
- $0,67 \leq \text{IP} < 1$ (ou $67\% \leq \text{IP} < 100\%$)

$\text{IP} = \text{résistance du mortier de substitution} / \text{résistance du mortier témoin}$ (3)

Les conditions sine qua none sont la première (1) et la dernière (3).

Les résultats des analyses chimiques sont consignés dans le tableau 1, ceux de l'indice de pouzzolanité IP sont présentés dans le tableau 2. La figure 2 montre les courbes de résistance mécaniques pour les échantillons et le clinker témoin.

Tableau 1 : Résultats de l'analyse chimique par XRF

Oxydes (%)	KM01	KM02	KM03	CLINKER	GYPSE
SiO ₂	45.24	41.24	40.85	22.08	1.72
Al ₂ O ₃	14.45	13.46	13.59	6.09	0.48
Fe ₂ O ₃	17.58	21.47	24.86	4.08	0.25
CaO	5.98	5.92	6.09	64.49	36.50
MnO	0.18	0.20	0.24	0.03	-
TiO ₂	2.06	2.92	1.03	0.00	-
MgO	5.41	5.60	5.52	2.11	0.51
SO ₃	0.24	0.20	0.13	0.81	45.89



P ₂ O ₅	0.26	0.24	0.14	0.09	-
Na ₂ O	3.90	3.35	3.44	0.35	0.13
K ₂ O	0.32	0.28	0.38	0.56	0.20
Perte au Feu	4.49	5.24	4.02	-	-
Total	100.11	100.22	100.29	100.69	

Tableau 2 : Résultat de l'indice de pouzzolanité

ASTM	0.67	$\leq IP < 1$	67 % $\leq IP < 100\%$	
ID-Ciment	Blaine (Cm ² /g)	Substitution Basalte (%)	R (28 jour) MPa	IP (%)
KM01	4030	25.0	37.59	74
KM02	3970	25.0	38.33	76
KM03	4000	25.0	37.01	73
Moyenne	4000			74
Clinker	3900	0.00	50.50	100

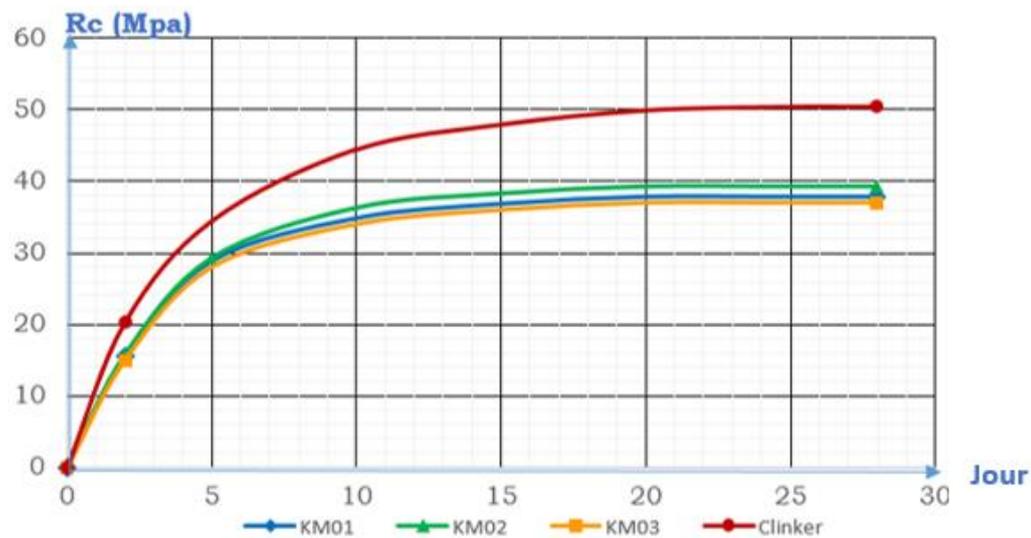


Fig. 2 : Courbes des résistances à 2 et 28 jours pour KM1, KM2, KM3 et clinker

Les résultats montrent que le basalte de Mukimbungu sont riches en silice avec un indice de pouzzolanité moyen de 74% qui doit être compris entre $0,67 \leq IP < 1$ ($67\% \leq IP < 100\%$) selon Segui P., 2011. Les résistances moyennes développées par le mortier de 2 à 28 jours sont très élevées de 15.49 MPa à 38.08 MPa et sont conformes à la norme et prouvent que ces basaltes ont bien réagi avec les phases cimentaires pour développer les nouvelles phases responsables du développement des résistances.

Ainsi, ce basalte peut être substitué au clinker dans le système cimentaire pour produire un ciment bas carbone. La méthodologie de World Business Council for Sustainable Development (WBCSD 2009) a été utilisée pour le calcul des émissions de CO₂ (figure 2).

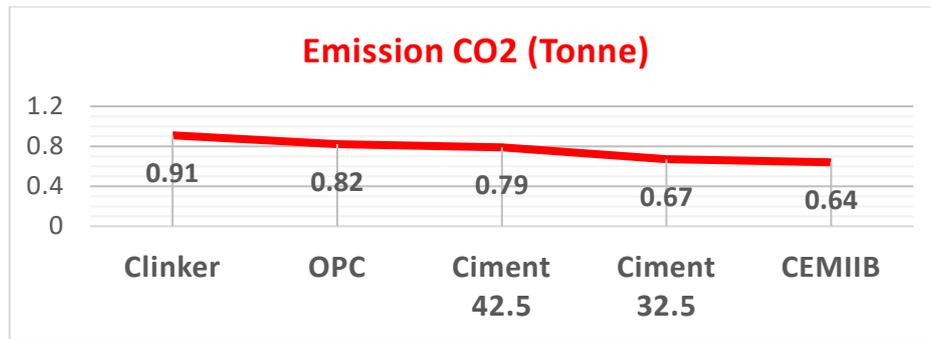


Fig. 3 : Calcul sur la réduction de l'émission de CO2 par produits (Bongwele G. et al 2023)

Références

- Benedouane, A.D., Kacimi, L., Rodriguez, L.O., Delargo, A.L. (2004) : Elaboration d'une pouzzolane artificielle à Base de la Zéolithe X Synthétisée à partir de Kaolin Naturel. EDP Sciences. MATEC Web of Conferences 11, 01005.
- Bongwele Onanga, G., Kisonga Manuku, E., Ilito Lofongo, D. P., Riadh Ben Khalifa, Kanda Nkula, V., Wetshondo Osomba, D. (2023) : Investigation of Clay Deposits as Supplementary Cementitious Materials (Scms) : Case Study of Songololo Deposit, Kongo central/d.r. Congo
- Cembureau, (2017) : World Statistical Review 2004 - 2014, Cembureau.
- De Paepe, P., Hertogen, J., Tack, L. (1975) : mise en évidence des laves en coussins dans les faciès volcaniques du massif de Kimbundu (Bas-Zaïre) et implication pour le magmatisme Ouest-Congolien. Annales de la Société Géologique de Belgique 98, 241-261.
- Scrivener, K., Favier, A. (2015) : Calcined Clays for Sustainable Concrete, RILEM Book series, pp. 323–329.
- Scrivener, K. (2014) : Options for the future of cement, Indian Concrete Journal 11.
- Segui, P. (2011) : Elaboration de liants hydrauliques routiers à base de pouzzolane naturelle ou de cendre volante de papeterie ; thèse université de Toulouse.
- World Business Council for Sustainable Development, (2009) : Cement Roadmap targets, International Energy Agency - World Business Council for Sustainable Development.



Modèle structural du Francevillien B et implication sur l'enrichissement supergène des sites de Bangombe et d'Okouma, au Gabon

KOMBI DIKONGO Vincent^{1*}, NDONGO Alexis¹, LIGNA Cédric¹, ANDRE Grégoire²,
MOUSSAVOU Mathieu¹

1. Université de Masuku, Franceville, Gabon

2. Comilog, Moanda, Gabon

* Email : kombidinkongo@gmail.com

La société Comilog exploite le gisement de Bagombe, dans le sud-Est du Gabon, depuis plus de soixante ans. Ce gisement supergène, bien connu, résulte de l'altération des ampélites manganésifères du FB (minerai primaire), puis de la concentration en oxydes hydroxydes de manganèse suivant un profil minéralisé (minerai secondaire) au sommet du FB.

Après avoir extrait, depuis sa création, le minerai de manganèse sur le plateau de Bangombe, aujourd'hui en fin de vie, les activités d'extraction de la Comilog se sont étendues depuis 2020 sur le plateau d'Okouma. Or la répartition stratigraphique et géographique de la minéralisation n'est pas homogène sur les deux sites.

L'étude structurale montre que la stratigraphie est subhorizontale sur le site de Bangombe alors que le site d'Okouma est marqué par un basculement des couches vers le nord-Ouest. De plus, l'étude sédimentologique met en évidence une variabilité des faciès sédimentaires du FB supérieur sur les deux sites. Les disparités observées au niveau de la distribution de la minéralisation peuvent donc être attribuées à la différence de contexte tecto-sédimentaire sur les deux sites.



Caractérisation mécanique des bétons formulés à base des granulats des différents faciès des grès de l'Inkisi à Brazzaville, République du Congo

KOUAKOUA Audrey Francil, MIYOUNA Timothée*, BOUITY-POATY Sabrina Ingrid
Linda, BOUDZOUMOU Florent

Université Marien Ngouabi, Faculté des Sciences et Techniques, République du Congo

* Email : miyounatim@yahoo.fr

La caractérisation des bétons formulés avec les différents faciès des grès de l'Inkisi affleurant à Brazzaville a été réalisée dans le but de déterminer le comportement mécanique des bétons formulés à base des granulats des différents faciès de ces grès, en vue d'en juger les performances et de faire valoir le faciès le mieux adapté pour la formulation des bétons. L'étude pétrographique montre couramment trois faciès dans les grès de l'Inkisi : le grès conglomératique, le grès massif grossier à moyen et le grès fin à très fin micacé. La méthode utilisée est celle de Dreux-Gorisse. À cet effet, deux formulations ont été réalisées avec les deux premiers faciès qui présentent les meilleures caractéristiques géotechniques. Il ressort de ces formulations que ces deux faciès présentent des résultats satisfaisants et peuvent être utilisés en génie civil. Néanmoins, le béton formulé avec le faciès grès massif grossier à moyen donne des résistances plus satisfaisantes à la compression simple, en comparaison avec le grès conglomératique. Ces résultats sont en conformité avec les caractéristiques physicomécaniques de ces deux faciès du grès de l'Inkisi.



Ferro-potassic alkali-calci granites from Dschang: geochemistry and U-Pb data constraint of the Pan-African continental crust evolution (West-Cameroon)

KWEKAM Maurice^{1*}, FOZING Eric Martial¹, TCHEUMENAK Kouémo Jules³, NJOFANG Emmanuel⁴

1. Laboratoire de Géologie de l'Environnement, Faculté des Sciences, Université de Dschang, Cameroun
 2. Geowissenschaftliches Zentrum, Georg-August-Universität Göttingen, Deutschland
 3. Department of Earth Sciences, Faculty of Science, University of Douala, Cameroon
 4. Laboratoire de Géologie, Ecole Normale Supérieure, Université de Yaoundé, Cameroun
- * Email : mkwekam@yahoo.fr

The biotite granite and magnetite granite of Dschang are leucocratic, with quartz, feldspar and biotite, it is iron bearing peraluminous high-K I-type granitoids, crystallizing under the conditions of temperature and pressure about 650°C/4 Kb. Their emplacement is syn-Cameroon Central Shear Zone (CCSZ) like majority of post-collisional granitoids occurring along of the Pan-African fold belt in central Africa, and it displays N-S to NNE-SSW magmatic foliation dipping 30° to 60° towards W or WNW while the country orthogneissic rocks display NW-SE metamorphic foliation.

The evolution of the major elements shows a generalized decrease correlation trend compatible to fractional crystallization. The negative Eu and Sr anomalies indicate the importance plays by plagioclase during differentiation. The patterns of REE are rather homogeneous and present an important enrichment of LREE relatively to the HREE which on the other hand have a flat profile. The spectra of the trace elements normalized to the primitive mantle, show negative anomalies out of Nb, Ta, Sr and Ti, and positive anomalies out of Ba, Rb, Th, Zr, Hf comparable with those of the continental crust. Biotite granite and magnetite granite are dated respectively at 578 Ma and 563 Ma. The presence of magnetite granite in the Dschang region, similar to magnetite granites in the Nkambe region, suggests that both regions belong to a single Paleoproterozoic domain rich in iron mineralization. This area has undergone several phases of remobilization later, particularly the Pan-African orogeny, which would have dispersed this mineralization during the melting that formed the magmas of these granites. The inherited zircon U-Pb ages as well as the Nd model ages (TDM = 2.1-1.9 Ga) show that these granites with ϵ_{Nd} (-16 to -18) result from the remobilization of an old Paleoproterozoic crust similar to the Banded Iron Formations of the Nyong series of Congo Craton. Paleoproterozoic inherited ages suggest rather a polycyclic phenomenon or different sublithospheric and continental sources.



Ngovo, Kongo-Central, RDC, une grotte de grand intérêt scientifique et touristique

LAHOQUE P.^{1*}, NGALA N.^{1,2,4}, ARFAOUI I.¹, THIENIRA A.^{1,2}, NKODIA H.^{1,3},
BAZEBIZONZA N.³, LUTETE J.^{1,2}, LIBS B.⁵, LIBS J.⁵, LAUMANN S. M.⁵,
DEGLETAGNE J.-Ph.⁵, DELVAUX D.¹

1. Musée royal de l'Afrique centrale, Projet GeoRes4Dev, Tervuren, Belgique
2. Université de Kinshasa, République démocratique du Congo
3. Université Marien Ngouabi, République du Congo
4. Centre de Recherches Géologiques et Minières, République démocratique du Congo
5. Spéléologues indépendants (Groupe Spéléo Vulcain, Les Plutons et Speleo Club de Berlin)

* Email : pascale.lahogue@africamuseum.be

La grotte de Ngovo, située à 8 km au S-SE de la ville de Mbanza-Ngungu, est connue au moins depuis les années 1950. Elle est devenue partiellement touristique à l'époque coloniale avec un aménagement de son accès. La cavité, parcourue par un cours d'eau, est relativement peu riche en spéléothème mais remarquable par de vastes salles et une chute d'eau de plus de 15 m de haut.



Entrée de la grotte de Ngovo, D. Delvaux © MRAC

Elle a été l'objet d'études qui ont fourni des matériaux archéologiques de première importance, qui lui valut de figurer depuis 1997 sur la liste provisoire des sites possibles du patrimoine mondial de l'Unesco en République Démocratique du Congo. Elle recèle aussi une espèce endémique de poisson aveugle « *Caecobarbus geertsii* ».

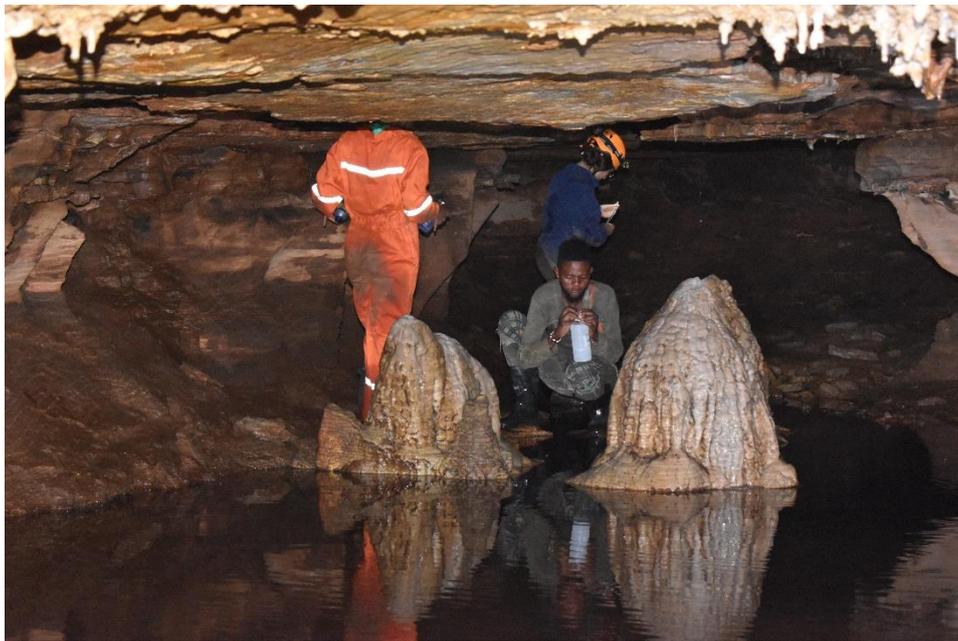
Étonnamment, avant nos travaux, seul un plan, non daté avec exactitude (probablement dans les années 1950), avait été dessiné mais aucune topographie précise n'avait été dressée.

En 2019, l'équipe de géologue de l'UNIKIN, de l'UMNG et du MRAC, du projet GeoRes4Dev a commencé à s'intéresser scientifiquement à la grotte et un début de topographie a été réalisée par A. Thijenira et H. Nkodia. Stoppées par le covid, l'exploration et la topographie n'ont ensuite pu reprendre partiellement qu'en 2022 par N. Ngala, N. Bazebizonza et J. Lutete. En juillet 2023, ces derniers, aidés de scientifiques du MRAC et d'une équipe de spéléologues indépendants, a pu largement compléter les travaux et dresser une topographie



presque complète non seulement de Ngovo mais de grottes proches. De nouvelles connections ont pu être établies et la topographie a montré un développement de près de 5 km et une possible connexion avec une grotte voisine, non encore complètement topographiée, de plus de 2 km. Si la connexion des deux grottes peut être établie, cela pourra modifier aussi les connaissances actuelles sur le réseau hydrique.

Parallèlement, un monitoring de la cavité a été entrepris afin de mieux comprendre le paléoclimat de la région et de nouveaux prélèvements d'espèces cavernicoles ont été effectués et sont en cours de détermination.



Monitoring de la grotte de Ngovo, les villageois servant de guide s'impliquent dans l'étude de la grotte. P. Lahogue © MRAC

Ce regain d'intérêt scientifique s'accompagne parallèlement d'un regain d'intérêt par l'Office du Tourisme du Congo, qui désire développer économiquement la région en y attirant de nouveaux visiteurs. A cette fin, les travaux scientifiques menés par nos équipes pourront être utilisés comme contenu d'un centre d'interprétation local, fournissant un lieu de tourisme supplémentaire.



Geochemistry, petrogenesis, and tectonics of Elogo complex basic and ultrabasic rocks in Ivindo Archean basement: Geodynamic and tectonic implications for the Congo craton greenstone belts

LEKEBA MAKAMBA Nelson^{1,2*}, MATIABA-BAZIKA Ulrich Verne^{1,2}, BOUENITELA Vicky Tendresse Télange¹, BOUDZOU MOU Florent

1. Université Marien Ngouabi, Faculté des Sciences et Techniques, République of the Congo
 2. Department of Geosciences, National Institute for Research in Exact and Natural Sciences, Brazzaville, Republic of the Congo
 3. Gold Mining and Quarry of Congo, Brazzaville, Republic of the Congo
- * Email: nelsonlekebamakamba@gmail.com

The Elogo complex is located in the NE of the Congo craton, at the junction of the Archean Ivindo basement and the Proterozoic Sembe Ouesso basin in the Sangha department, between longitudes 14° and 14.5° and latitudes 2° and 3°. The petro-geochemical and tectonic study of the basaltic and dacitic greenstones of the Elogo complex aims to reconstruct the geodynamic context and tectonics of the greenstone belts of the Congo Craton. The geochemical signature of the tholeiitic and calc-alkaline, metaluminous basalts (37.5% SiO_2 < 53.1%) is characterized by a negative LILE (Rb, Ba), Ce and Nb anomaly with no negative Ti anomaly; positive Ta, Pb, and Li anomaly. A weak fractionation between REE and by high Nb/Th and Nb/U ratios and low La/Ta. The basalt signature defines predominantly depleted mantle sources in an extensive Meso-Neoproterozoic back-arc basin. The dacites (50.2% SiO_2 < 68.4%) and calc-alkaline andesitic basalts show a signature characterized by positive LILE (Ba, U, Th, K), LREE (La, Ce), Pb and Li anomalies, negative HFSE anomalies (Nb, Ta and Ti), and by high $(La/Yb)_{PM} > 1$, Zr and Hf values, typical of a subduction context controlling the Neoproterozoic compressive tectono-metamorphic event (D1) underlining the closure of the back-arc basin. MP-HT prograde metamorphism, folds, reverse faults, boudinage and by an E-W break-up mark the D1. The second deformation phase (D2) is a sub meridional rift defined by the NNW-SSE to N-S alignment of the upper Neoproterozoic grey and pink granitoids. D3 is the extensive phase corresponding to the exhumation of the complex marked by NE-SW conjugate normal faults, BP-HT retrograde metamorphism, and intrusion of dolerites intersecting D1 and D2. D3 is associated with the Upper Proterozoic rift west of Gondwana between the Congo Craton and the West African Craton.



Environnement de dépôt, mode de formation et origine de la silice des cherts du bassin d'Okondja, Groupe Francevillien (2.2 Ga), Sud-Est Gabon

LIGNA Cédric^{1*}, SAWAKI Yusuke², MOUSSAVOU Mathieu¹

1 Université des Sciences et Techniques de Masuku, Franceville, Gabon

2 Department of Earth Science and Astronomy, University of Tokyo, Japon

* Email : lignah6@yahoo.fr

Le Paléoprotérozoïque est une période importante pour la compréhension des questions liées à l'oxygénation de la Terre et à l'apparition de la vie à la transition Archéen-Protérozoïque. La résolution de ces questions passe par une caractérisation rigoureuse des Paléo-environnements et des processus à l'œuvre. Durant cette période, des cherts ont précipités dans le Francevillien, au Sud-Est du Gabon. Le but de cette étude est de faire une analyse pétrographique et géochimique des cherts du Francevillien, qui affleurent dans le bassin d'Okondja, afin de comprendre les paléo-environnements, les modes de formation et les origines de la silice.

Les observations des affleurements montrent sept types de faciès : chert massif, chert à stromatolites, chert bréché, chert à litages bidirectionnels, chert à rides de courant, chert à hummocky cross stratification et chert à chenaux. Les observations microscopiques par contre mettent en évidence trois faciès : chert homogène, chert hétérogène et chert à laminations. Le chert homogène est composé principalement du microquartz associé au mégaquartz, du carbonate et de calcédoine. Le chert hétérogène est constitué du microquartz montrant des grains qui peuvent être assimilés à des oncolites, des oolites et des intraclastes. Le chert laminé à stromatolites est composé de microquartz.

La géochimie des cherts homogène et hétérogène montre qu'ils sont généralement purs, avec $\text{SiO}_2 > 98\text{wt}\%$ et une anomalie positive en Europium, qui reflètent trois origines possibles de la silice, l'eau de mer, l'hydrothermalisme et la diagénèse. Ces données pétrographiques et géochimiques fournissent des preuves convaincantes pour la compréhension de la précipitation de silice et des changements océaniques pendant le Paléoprotérozoïque dans le Francevillien au sud-est du Gabon.

Références

- Ligna, C., 2020. Analyses sédimentologiques, structurales et magmatiques du bassin paléoproterozoïque (2,2-2,0 Ga) d'Okondja, Gabon. Université des Sciences et Techniques de Masuku.
- Lekele Baghekema, S., G, 2017. Études multi-proxies et multi-scalaires des roches siliceuses (cherts) du bassin de Franceville (2,1 Ga): origine et processus de formation. Paléontologie. Université de Poitiers.

Figures



Fig. 1. (A) Chert à stromatolites. (B) Chert bréchique à oncolites, oolites et intraclastes.

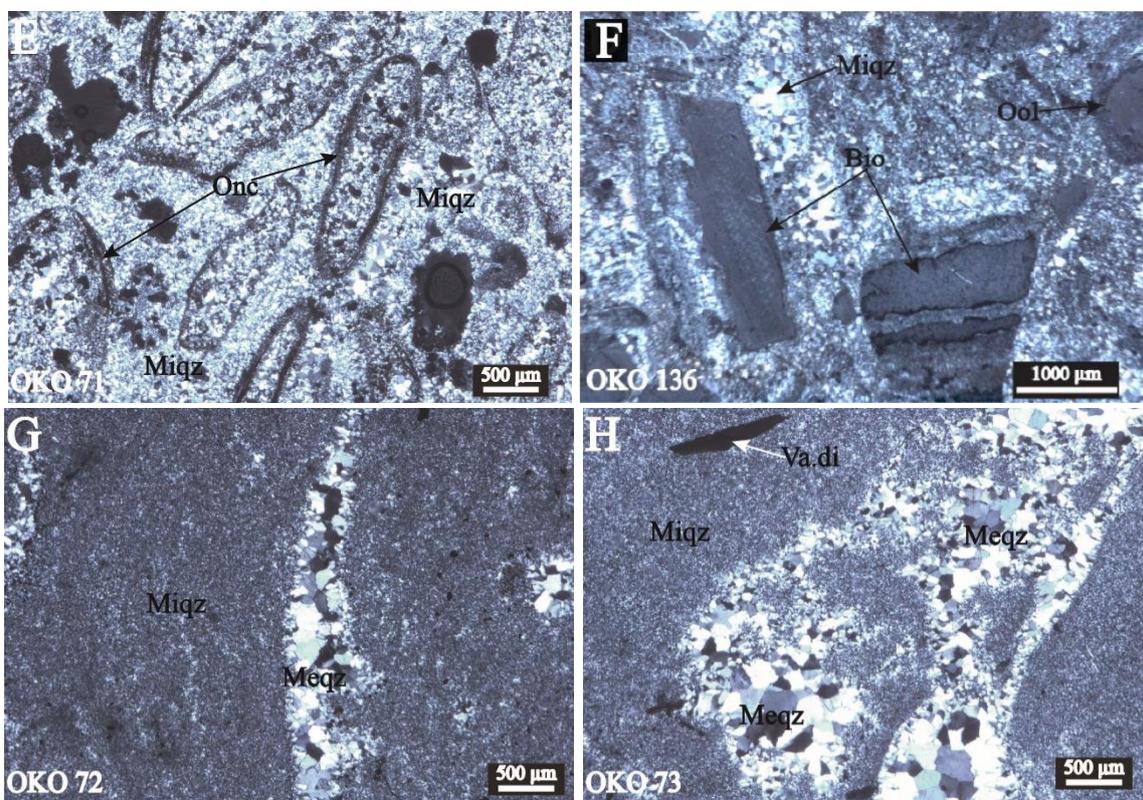


Fig. 2. (E et F) Chert hétérogène à oncolites-oolites. (G et H) Chert homogène.

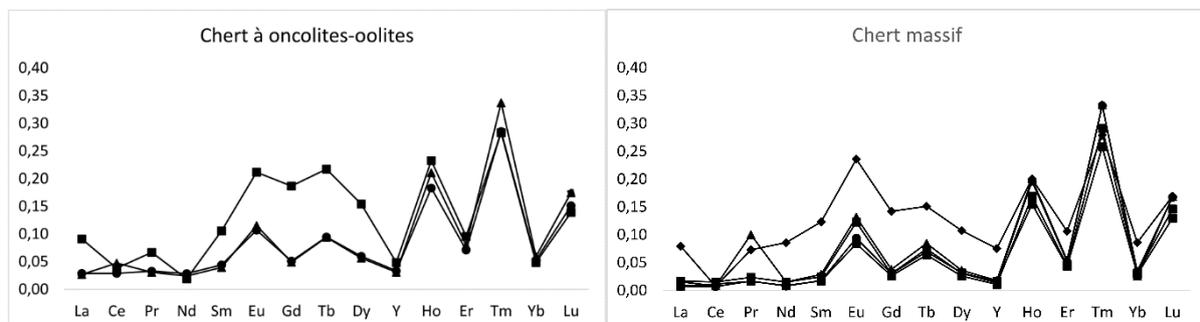


Fig. 3. Spectres des terres rares des cherts homogène (massif) et bréchique à oncolites oolites.



Etude des roches paléoprotérozoïques de la région de Kimeza (Kongo Central, RD Congo)

LOVE PAY Aimée^{1,2,3*}, BAUDET Daniel³, KANDA NKULA Valentin^{1,2}, TACK Luc³,
KITAMBALA Nicole¹

1. Centre de Recherches Géologiques et Minières, Kinshasa, République démocratique du Congo
2. Université de Kinshasa, Kinshasa, République démocratique du Congo
3. Musée royal de l'Afrique centrale, Projet GeoRes4Dev, Tervuren, Belgique

* Email : aimeelovepay@gmail.com

La Province du Kongo Central est composée de terrains géologiques datant du Paléoprotérozoïque au Cénozoïque. Sa structuration est en premier lieu marquée par un segment de chaîne collisionnelle panafricaine appelée West Congo Belt (WCB). Composée de formations néoprotérozoïques cette chaîne s'est formée lors de l'assemblage du supercontinent Gondwana. Au Kongo Central, le WCB incorpore dans sa partie occidentale des terrains paléoprotérozoïques qui appartiennent à son soubassement. De part et d'autre, la WCB est flanquée de terrains de couverture datant du Crétacé à l'Holocène (marins du côté Océan Atlantique, continentaux du côté Cuvette du Congo),

Dans la région type de Kimeza, à l'est de la ville de Matadi, le soubassement est principalement composé de gneiss, migmatites et amphibolites datées à *ca.* 2.1 Ga probablement réaffectées par l'orogénèse panafricaine (*c.a.* 550 Ma). Ces roches constituent le Supergroupe de Kimeza et sont interprétées comme des vestiges d'une chaîne collisionnelle paléoprotérozoïque formée lors de l'assemblage du supercontinent Columbia. Dans le contexte spécifique du soubassement de Kimeza cette orogénèse - d'âge éburnéen - a été appelée « Tadilienne ».

Notre, étude couplant géologie de terrain (2019 et 2021) et description pétrologique, prend également en compte des données d'archives et des échantillons des collections du MRAC. Notre travail fournira de nouvelles informations importantes sur (i) les diverses lithologies composant le Supergroupe de Kimeza ainsi que leur extension cartographique dans la région type et relations avec les formations géologiques avoisinantes et (ii) le contexte géodynamique de l'orogénèse d'âge éburnéen (*ca.* 2 Ga) mal connue dans la région.



Fonctionnement et évolution des tourbières des Plateaux Batéké en République du Congo : implications paléoclimatique et paléoenvironnementale

LUNGELA TCHIMPA Henrique Gloire^{1,2,3,6*}, IFO Suspense Averti^{1,2}, GARCIN Yannick³, GANDOIS Laure⁴, HATTÉ Christine⁵, ELENGA Hilaire^{1,6}

1. Université Marien Ngouabi, Faculté des Sciences et Techniques, République du Congo
 2. Laboratoire de Télédétection et d'Ecologie Forestière, Brazzaville, République du Congo
 3. Centre Européen de Recherche et d'Enseignement des Géosciences et de l'Environnement, Aix-en-Provence, France
 4. Laboratoire Ecologie Fonctionnelle et Environnement, Toulouse (laure.gandois@toulouse-inp.fr)
 5. LSCE CEA, Saclay, France
 6. Centre de Recherches Géologiques et Minières, Brazzaville, République du Congo
- * Email : henriquelungela@gmail.com

Les études pour comprendre le fonctionnement des tourbières tropicales sont d'une grande importance afin d'anticiper les réponses futures de ces écosystèmes fragiles aux changements climatiques et environnementaux.

Au nord du Congo, dans la Cuvette centrale du bassin du Congo, s'est développée le plus grand complexe de tourbières sous les tropiques ; ce qui a suscité beaucoup d'intérêt chez les scientifiques tant ces écosystèmes regorgent une grande quantité d'information sur le quaternaire récent. Mais aussi chez les politiques, compte tenu des enjeux environnementaux et climatiques auxquels ils se rapportent car ces tourbières représentent un réservoir de carbone considérable qui nécessite d'être préservé. Les tourbières de la Cuvette centrale congolaise se sont mises en place suite à plusieurs événements climatiques et environnementaux qui se sont produits dans cette région et qui ont abouti à la formation d'un écosystème riche mais vulnérable qui mérite d'être conservé.

Par ailleurs, on retrouve également des tourbières disséminées dans la partie sud du Congo notamment dans les Plateaux Batéké. Ces tourbières que sont Gamakala et Bilanko, se situent à 300 km au Sud des tourbières de la Cuvette centrale congolaise qui représentent le plus vaste complexe de tourbières tropicales au monde. Alors que l'histoire de ces dernières commence à être bien connue, à ce jour il n'existe que très peu d'information concernant l'histoire des tourbières du sud Congo.

Nous avons mené des études sur les deux tourbières des Plateaux Batéké pour comprendre l'ampleur de l'influence des variations des paramètres climatiques et environnementaux sur ces écosystèmes en les comparant au complexe de tourbières de la Cuvette centrale congolaise. La méthode utilisée consistait en la collecte de carottes de tourbes puis en l'analyse des concentrations et des isotopes du carbone et de l'azote organique ainsi que des teneurs en éléments majeurs et traces de la tourbe. Les tourbes qui sont en train d'être datées avec la méthode du radiocarbone afin d'obtenir une chronologie des événements et des modifications qui se sont produits dans ces écosystèmes dans le passé.

Il s'est avéré que les tourbières du pays Batéké ont subi d'importants changements dans leur fonctionnement par suite des variations climatiques survenues telles que les passages de climat humide à climat aride ou semi-aride. Induisant l'évolution de la végétation dans toute la région, d'un écosystème forestier vers une savane, augmentant ainsi le degré de décomposition de la matière organique et donc la libération du carbone par la tourbe. En associant les données des tourbières du nord, on arrive à évaluer leur vulnérabilité face au changement climatique.



Carte de localisation des sites d'études

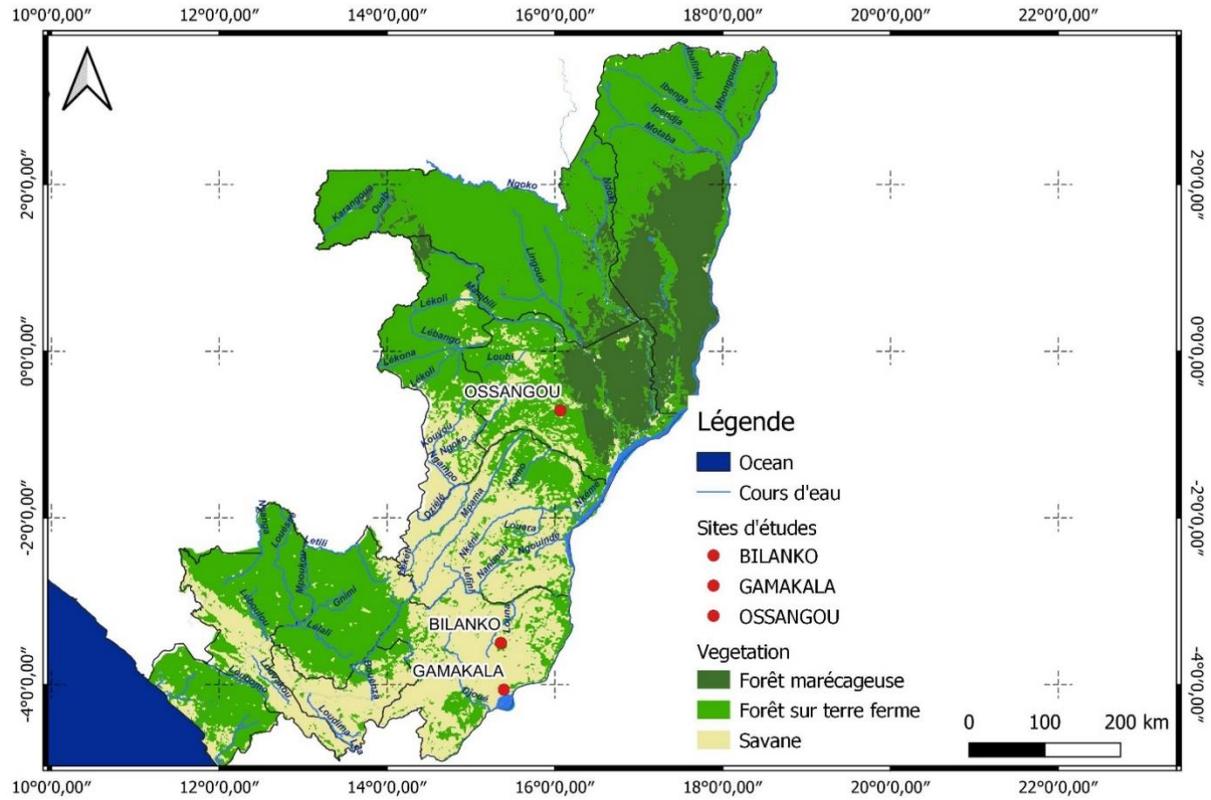


Figure. Localisation des tourbières des Plateaux Batéké et d'un site de tourbière dans la Cuvette centrale congolaise en zone forestière pour le nord et en savane pour les tourbières du sud.



Caractérisation hydrogéochimique des eaux des formations karstiques au Sud de Mbanza-Ngungu

LUTETE Junior^{1,2,3*}, KANDA Valentin¹, MBUDI Clément^{1,2}

1. Mention Géosciences, Faculté des Sciences et Technologies, Université de Kinshasa, République démocratique du Congo
 2. Groupe Géo-Hydro-Energie, Faculté des Sciences et Technologies, Université de Kinshasa, République démocratique du Congo
 3. Musée royal de l'Afrique centrale, Projet GeoRes4Dev, Tervuren, Belgique
- * Email : junlutete01@gmail.com

Les formations Karstiques de Mbanza Ngungu au Kongo Central en République Démocratique du Congo ont été décrites par de nombreux auteurs dont Lepersonne (1973), Cahen (1978), Quinif (1986), Quinif, et Dupuis (1989). Cette région se trouve dans 3 bassins versants dont le principal est celui du Kwilu, un affluent du fleuve Congo, où la pluviométrie annuelle moyenne est de 1452,9 mm selon Inera (2022). Le but de ce travail est de caractériser les facteurs géologiques, géochimiques et environnementaux qui influent sur la qualité des eaux des formations karstiques situées au Sud de Mbanza-Ngungu, en vue d'évaluer les sources de leur minéralisation. Un levé géologique a été réalisé ainsi que des lames minces et sections polies, pour une meilleure connaissance de la géologie locale. Des prélèvements de 28 échantillons d'eaux ont été effectués aux pertes, résurgences, sources et chutes souterraines sur 4 axes notamment : de Ndundu à Mbemba, de Nkazu à Lumpatupatu, Kadiapemba à Ngovo et Mbuzi-Nkinkoko-Nkieza et ce, suivant un protocole et normes classiques pour la collecte, conservation et transport. Ils ont été confiés à un laboratoire d'hydrochimie qualifié.

Les résultats des analyses pétrographiques montrent que la zone d'étude est essentiellement constituée de roches carbonatées de plusieurs variétés de calcaires (lités, gris sombre, gris moyen et gris clair), calcaires dolomitiques et de shales. Les observations de Bambi et Issamba (2023) qui signalent l'existence de lithofaciès tels que la dolomie litée, la dolomie massive, la dolomie calcitique et le calcaire silicifié, confirment également que ces roches correspondent à la formation de Lukunga C4, dans l'Unité CII, dans les Schisto-calcaires (Cahen, 1978). Des échantillons représentatifs de ces faciès ont été analysés par la méthode Spectroscopique à fluorescence X (XRF) au Centre Régional d'Etudes Nucléaires de Kinshasa (CREN-K) pour les oxydes majeurs. Les résultats de ces analyses montrent l'existence des teneurs relativement importantes en CaO compris entre 42.9 et 55.95% et des teneurs relativement faibles en MgO comprises entre 0.1 et 14.88%, témoignant une nature calcaire de tous les échantillons (Cahen, 1954 & Derek, 2007). La vitesse de dissolution de la magnésite ($MgCO_3$) est beaucoup plus faible, vraisemblablement due à la difficulté d'hydratation de $MgCO_3$ et de déshydratation de Mg^{2+} . En effet, plus une roche a un potentiel de dissolution élevé, plus il contient de la calcite en proportion importante (Chou, 1989). Cela justifierait la teneur plus élevée en Ca^{2+} dans nos échantillons d'eau analysés malgré la présence de dolomie identifiée dans la formation de Lukunga C4.

Pour la recherche de l'origine probable du contenu hydrochimique, les paramètres physico-chimiques tels que le pH, HCO_3 , conductivité électrique (C.E), Oxygène dissout, et la température t° ($^\circ C$) ont été mesurés sur terrain.

Le pH mesuré des échantillons d'eau, qui avoisine 8 en moyenne, caractérise une alcalinité élevée qui serait due à l'influence du calcaire et des sédiments présents dans les grottes qui peuvent réagir avec l'eau, en libérant des ions alcalins tels que le carbonate ou le



bicarbonate. Ce processus peut conduire à une augmentation du pH, attestant ainsi, une source géogénique mais aussi au tamponnement naturel capable de maintenir un pH relativement constant, à la filtration à travers des couches géologiques dont le processus contribue à équilibrer le pH en éliminant certaines impuretés acides présentes dans l'eau et aux activités microbiennes telles que celles de bactéries carbonatogènes que les grottes abritent (Maurice, 1990 et Belghiti, 2013). La C.E des eaux étudiées est faible à modérée. La moyenne, qui est de 353.91 $\mu\text{S}/\text{Cm}$, caractérise une minéralisation modérément accentuée (Belghiti, 2013). Cela indique une provenance principalement géogénique. L'oxygène dissout et la température varient respectivement de 3.81 à 9.1 mg/L et de 19.1 à 24.1°C. C'est une plage appropriée et essentielle pour soutenir la vie aquatique (Makhoukh, 2011 ; Akil et al., 2014), compatible avec une présence biologique telle que des poissons aveugles, des silures et d'autres espèces (Kimbembi, 2007). La teneur élevée en bicarbonate (HCO_3), dont la valeur moyenne est de 114.75mg/L, indique une abondance de minéraux alcalins dans l'eau (Rodier et al., 2009). C'est la signature d'un processus d'altération des roches carbonatées.

Les résultats des analyses hydrochimiques de cations et anions majeurs de nos 28 échantillons, réalisées au laboratoire de Besançon ont été interprétés au moyen des diagrammes de Piper (1944) et de Eve et al. (2022). Ceux-ci permettent d'évaluer la qualité des eaux et les processus géochimiques qui conditionnent les types de faciès caractéristiques de ces eaux du milieu karstique. De ce fait, le diagramme de Piper met en évidence les faciès bicarbonatés mixte (bicarbonaté calcique et magnésien), excepté pour la rivière Malonga qui présente un faciès chloruré avec quelques points très proche du pôle purement calcique. Le diagramme Stabler, ainsi que le diagramme de Stiff illustrent d'une part que les cations les plus abondants dans ces eaux sont constitués par le calcium et le magnésium issus de l'altération des minéraux carbonatés, et d'autre part, les anions les plus abondants sont les sulfates et le chlorure. Ces eaux présentent donc deux faciès à savoir : (a) un faciès bicarbonaté calcique et magnésien et (b) un faciès chloruré calcique. La forte alcalinité présente dans tous les échantillons est un indicateur important de la composition chimique typiquement liée à la formation géologique avec laquelle l'eau a été en contact.

Cette forte alcalinité marque une source géogénique alors qu'elle est anthropogénique au niveau de la rivière Malonga, qui est très riche en nitrates. Cette richesse en nitrates découlerait de l'utilisation soutenue de fertilisants chimiques ou organiques dans la production agricole, les fosses septiques, les fumiers d'animaux et les effluents tant domestiques qu'industriels (Levallois et Phaneuf, 1992 ; WHO, 2011 ; Akil et al., 2014). La source Nkokonkoko présente quant à elle, une teneur relativement élevée en Na^+ et en K^+ alors que les teneurs sont faibles pour la majorité d'autres éléments, ce qui caractérise une contamination en surface (WHO, 2011). L'indice chloro-alcalin témoigne que tous les échantillons d'eaux étudiés présentent des valeurs inférieures à 0, ce qui traduit les échanges entre le calcium de l'eau et le sodium et le potassium des formations encaissantes. L'indice de saturation atteste que toutes les eaux échantillonnées sont sous-saturées vis-à-vis de l'aragonite, de la calcite, de l'anhydrite, de la dolomite et du gypse. Donc, le processus responsable de la minéralisation de ces eaux est lié à la dissolution de ces minéraux et non à la précipitation. La relation entre les éléments chimiques majeurs nous a permis de constater une très bonne corrélation entre la conductivité électrique et le bicarbonate ($R = 0.933$).

Cette corrélation très significative témoigne d'une minéralisation qui proviendrait de l'altération des roches et de l'hydrolyse acide des minéraux carbonatés. Notons aussi la corrélation positive entre la conductivité électrique et le calcium ($R = 0.868$) et le magnésium ($R = 0.774$). La relation de la CE avec Ca est plus proche de 1 que celle de la CE avec Mg. Cela suggère que le calcium a plus contribué à la minéralisation globale des eaux que le



magnésium et donc qu'il est bien lié à la dissolution de la calcite. La présence de sulfates dans la région serait due à l'oxydation de sulfures de Fer (FeS) (Akil et al.2014) qui conduirait par la suite à la formation de sulfate et d'oxyde de fer car les lames MB17, ib1, ib3, ib4, etc., montrent la présence des oxydes de Fer dans la région. La teneur très élevée en Si serait due aux dépôts autochtones issus de l'altération de la roche encaissante riches en SiO₂ et/ou allochtones postérieurs à la grotte riches en même élément.

En tenant compte des caractéristiques géologiques et des activités anthropiques de la région étudiée, il est conclu que la composition chimique des eaux karstiques au Sud de Mbanza-Ngungu est principalement d'origine géogénique suite à la dissolution des minéraux carbonatés dans la formation de Lukunga C4, avec une légère influence anthropique.

Références

- Akil, A., Hassan, T., Fatima, E H., Lanch, B., Abderrahm, L., 2014. Etude de la qualité physicochimique et contamination métallique des eaux de surface du bassin versant de Guigou, Maroc, 11p.
- Bambi, J., Issamba, E., 2023. Etude Pétrographique et Géochimique de la concentration en Fer dans les zones karstiques. Inédit.
- Belghetti, M.L., Chahlaoui, A., Bengoumi, D., El Moustainer, R., 2013. Etude de la qualité la qualité physico-chimique et bactériologique de la nappe plio-quadernaire de région de Meknès (Maroc), 16p.
- Cahen, L. 1954. Géologie du Congo Belge. Imp. H. Vaillant Carmanne. S.A., Liège, 577p.
- Cahen, L. 1978. La stratigraphie et la tectonique du supergroupe ouest congolien dans les zones médianes et externes de l'orogénèse (Pan-Africain) au Bas-Zaïre et dans les régions voisines. Ann. Mus. Roy. de l'Afrique centrale, Tervuren, Belgique, Sc. Géol. 83, 1-150.
- Chou, L., Garrels, R.M, Wollast, R., 1989. Comparative study of kinetics and mechanisms of dissolution of carbonate minerals. In: J. Schott and A.C. Lasaga (Editors), Kinetics Geochemistry. Chemical Geology 78 269-282.
- Derek, F., Williams, P., 2007. Karst hydrogeology and geomorphology. Journal of hydrology, 12p.
- Kuniansky, E.L., Taylor, C. J. Williams, J. H., Paillet, F., 2022. Introduction to Karst Aquifers. The Groundwater Project Guelph, Ontario, Canada. P97
- Kimbebi ma Ibaka, A., 2007. Approche systémique de la conservation des grottes de Mbanza-Ngungu, contribution à l'étude de la biodiversité cavernicole et proposition de création d'une aire protégée. Thèse présentée à l'école régionale post-universitaire d'aménagement et de gestion intégrés des forêts et territoires tropicaux (ERAIFT). 29p.
- Lepersonne, J. 1973. Notice explicative de la feuille Ngungu de la carte géologique du Zaïre au 1/200.000. Dir. Serv. Géol. Zaire, 66p.
- Levallois, P., & Phaneuf, D., 1992. Les risques associés à la contamination de l'eau potable par les nitrates. Bulletin d'information en santé environnementale. Centre de santé publique de Québec. Volume 3 –N° 3, 18p.
- Maurice, E., 1990. Carbonate sedimentology 138-167p.
- Piper, A.M. 1944. A graphic procedure in the geochemical interpretations of water analyses. Transactions of the American Geophysical Union 25, 914-923.
- Quinif, Y., 1986. Genèse des karsts en pays intertropicaux : l'exemple du Bas-Zaïre. Ann. Soc. géol. Belg. 109, 515-527.
- Quinif, Y. et Dupuis, C., 1989. Morphologie et hydrologie d'un karst couvert : le réseau de Ziaka (Bas-Zaïre). Karstologia 14, 23-30.
- Rodier, J., Legude B., Merlet N. & Coll., 2009: L'analyse de l'eau. 9th Edition Dunod 1579p.
- WHO (World Health Organization), 2011. Guidelines for drinking-water quality. Fourth edition. Geneva 419, 434, 564p.



Etude hydrogéologique et évaluation de la contamination des eaux de surface et souterraines par les polluants métalliques à Lubumbashi

MADHASI Brigitte^{1,2*}, LUNDA Jean-Marie¹, DE PUTTER Thierry²

1. Université de Lubumbashi, Lubumbashi, République démocratique du Congo

2. Musée royal de l'Afrique centrale, Projet GeoRes4Dev, Tervuren, Belgique

* Email : bgshai007@gmail.com

L'eau est utilisée dans le quotidien de la vie humaine. Il existe aujourd'hui une crise de l'eau, due non seulement à son insuffisance à satisfaire nos besoins, mais également à la si mauvaise gestion de cette ressource que des milliards de personnes en souffrent. Les multiples activités anthropiques sont des sources d'émissions de substances polluantes, principalement l'intensification d'activités urbaines, agricoles ou industrielles qui entraîneraient des pollutions bactériologiques, organiques, métalliques... de l'air, du sol, des eaux de surface et souterraines... Par ce travail, nous tacherons à évaluer la contamination des eaux de surface et souterraines par les polluants métalliques qu'auraient produit les entreprises minières dans la ville de Lubumbashi et à faire une étude hydrogéologique des aires aux alentours de ces entreprises.

Les anciennes recherches ont montré que le Katanga en général et Lubumbashi en particulier accusent de fortes concentrations dans l'air, les sols, les eaux...des métaux tel que le cuivre (Cu), le zinc (Zn), le plomb (Pb), le cadmium (Cd), le manganèse (Mn), le cobalt (Co), (Cheins et al., 2014; Kashimbo, et al., 2015, 2016 et Tshamala. et al., 2021). Pour ce faire, les entreprises aux environs desquelles nous avons effectué notre étude sont : Ruashi mining, Congo Dongfang Mining (CDM), Société Minière du Katanga (SOMIKA), Société de Terril de Lubumbashi (STL) et Chemicals of Africa (CHEMAF) (figure 1).



Figure 1 : Localisation des entreprises minières et des points d'eau aux environs d'elles

Notre travail sur terrain a été basé sur l'étude piézométrique (à partir des puits d'eau domestiques) en vue de déterminer le sens de l'écoulement souterrain, par conséquent le sens de dispersion des polluants métalliques (s'ils existent) ; nous avons également déterminé l'aptitude du sol à laisser s'infiltrer l'eau (la conductivité hydraulique) par l'essai Porchet et afin, nous allons prélever et faire analyser les échantillons d'eaux de surface et souterraines



afin de déterminer si elles ont été polluées par les métaux, et ce dans des rivières et des puits d'eau.

Pour ce qui est de la piézométrie :

- Aux environs de Ruashi mining, l'écoulement se fait vers l'usine de traitement des minerais (c'est-à-dire de l'Ouest vers l'Est), ce qui fait que la population située à l'Ouest de Ruashi mining serait moins exposée, mais celle située à l'Est de l'entreprise serait plus exposée par des potentiels polluants métalliques qui proviendraient de l'entreprise (terril et effluent).

- Du côté de CDM, les eaux coulent de l'Ouest vers l'Est (du quartier habité vers l'usine), ce qui expose plus la population située à l'Est qu'à l'Ouest de l'entreprise.

- La nappe des alentours de SOMIKA coule en grande partie vers la petite tranchée qui traverse le quartier et qui ramène toutes les eaux vers le sud.

- Les eaux des nappes du côté de STL montrent un écoulement général du Nord-Ouest vers le Sud-Est (donc de la population vers la rivière Lubumbashi qui se trouve à l'Est de l'usine STL et du quartier habité). Ce qui fait que la population de ce côté de Lubumbashi est moins exposée.

Parlant de la perméabilité des sols aux environs des entreprises précitées, le constat est que les sols sont en général peu perméables (de l'ordre de 10^{-4} à 10^{-5}), à très peu perméables (surtout aux alentours de STL (de l'ordre de 10^{-6}) (Gilli, et al., 2008). Ce degré de perméabilité impacte sur le temps d'infiltration de l'eau dans la nappe souterraine, et par conséquent sur le transfert de polluants métalliques à l'eau souterraine. Le sol étant constitué par un mélange d'argiles, un pourcentage de métaux pourrait être absorbé ou adsorbé par ces argiles, diminuant ainsi la quantité de métaux qui pourraient atteindre la nappe souterraine.

Enfin, pour évaluer le niveau de contamination des eaux de surface et souterraines à Lubumbashi par les polluants métalliques ; nous attendons les analyses des eaux en vue de savoir si elles sont contaminées en métaux ou pas (Medd, et al., 2003 ; Agence de l'eau, 2003). Si les analyses faites montrent que les eaux sont contaminées, des propositions pour la remédiation et l'assainissement seront faites.

Références

- Agence de l'eau, 2003. Système d'évaluation de la qualité des eaux souterraines (SEQ-Eaux souterraines). Rapport de présentation. Version 0.1, 75p
- Cheins, K., Banza, L., Kabamba, N., Ngoy, A., Haufroid, V., De Putter, T., Nawort, T., Muleka, K., Luboya, N., Kabila, I., Nemery, B. and Smolders, E., 2014. Pathways of human exposure to cobalt in Katanga, a mining area of the D.R.Congo. *Science of the Total Environment* 490, 313-321.
- Gilli, E., Mangan, C. et Mudry, J., 2008. *Hydrogéologie : objets, méthodes, applications*. Ed.II, Dunod, Paris.
- Kashimbo, K., Mongoli, M., Kazadi, K. et Mpundu, M., 2015. Impact des rejets miniers liquides de l'usine Chemical of Africa (CHEMAF) en activité sur la qualité des eaux souterraines au Quartier Tshamilemba à Lubumbashi (Katanga/R.D. Congo). *International Journal of Innovation and Scientific Research* 6(2), 448-464.
- Kashimbo, K., Mukanya, S., Mukoj, K., Mwenge, T., Kesonga, N., Meli, K. et Kiyukeno, K., 2016. Etude d'impacts des rejets liquides de l'usine STL (Société de Terril de Lubumbashi) sur la rivière Lubumbashi : Lubumbashi, Haut-Katanga/RD Congo. *International Journal of Innovation and Scientific Research* 21, 285-292.
- Medd, et Agence de l'Eau, 2003. Système d'évaluation de la qualité de l'eau de cours d'eaux (SEQ-Eaux). Grilles d'évaluation version 2. 40p.
- Tshamala, A., Musala, M., Kalenga, G. and Wa Mumapanda, H., 2021. Assessment of Surface Water Quality in Kakanda: Detection of Pollution from Mining Activities. *Journal of Environmental Protection* 12, 561-570. <https://doi.org/10.4236/jep.2021.129035>.



Géochimie, pétrogenèse des roches basiques et ultrabasiques du complexe d'Elogo dans le socle archéen de l'Ivindo : Implications géodynamiques des ceintures de roches vertes du craton du Congo

MAKAMBA LEKEBA Nelson^{1,2*}, MATIABA-BAZIKA Ulrich Verne^{1,2}, BOUENITELA Vicky Tendresse Télange¹, BOUDZOU MOU Florent¹

1. Geodynamics Laboratory, Faculty of Science and Technology, Marien Ngouabi University, Brazzaville, Republic of the Congo.
 2. Department of Geosciences, National Institute for Research in Exact and Natural Sciences, Brazzaville, Republic of the Congo.
 3. Gold Mining and Quarry of Congo, Brazzaville, Republic of the Congo.
- Email: nelsonlekebamakamba@gmail.com.

Le complexe d'Elogo se localise au NE du craton du Congo, à la jonction du socle archéen d'Ivindo et du bassin protérozoïque de Sembé Ouessou dans le département de la Sangha, entre les longitudes 14° et 14.5° et les latitudes 2° et 3°. L'étude pétrologique et géochimique des roches vertes du complexe d'Elogo a pour but de reconstituer le contexte géodynamique des ceintures de roches vertes dans le craton du Congo. Les roches vertes sont dans le complexe d'Elogo, des amphibolites à hornblende, à actinote-trémolite et des amphibolites gneissique à biotite-hornblende qui s'apparentent aux basaltes tholéitiques et aux dacites calco-alcalins respectivement dans le diagramme de TAS.

En effet, la signature géochimique des basaltes (37.5% <SiO₂< 53.1%) tholéitiques et calco-alcalins, métalumineux est caractérisée par une anomalie négative en LILE (Rb, Ba), Ce et en Nb sans anomalie négative en Ti. Ainsi, par une anomalie positive en Ta, Pb, et en Li avec un faible fractionnement entre REE, et par des rapports Nb/Th et Nb/U élevés et La/Ta faibles. La signature des basaltes définit des sources mantelliques majoritairement appauvries dans un contexte extensif, un bassin arrière arc Meso-néoarchéen.

Les dacites (50.2% < SiO₂ < 68.4%) hyperalumineux et basaltes andésitiques, calco-alcalins, présentent une signature caractérisée par des anomalies positives en LILE (Ba, U, Th, K), LREE (La, Ce), Pb et en Li, des anomalies négatives en HFSE (Nb, Ta et Ti), et par des teneurs (La/Yb)_{PM} > 1, Zr et Hf élevées, typiques d'un contexte de subduction. Les dacites soulignent l'événement tectono-métamorphique compressif Néoarchéen (D₁) marquant la fermeture du bassin d'arrière arc.



Découverte d'empreintes de Dinosaures dans la Formation du Stanley Pool au Gabon

MAKAYA M'VOUBOU*, MOUSSAVU Mathieu, LIGNA Cédric

Université des Sciences et Techniques de Masuku, Franceville, Gabon

* Email : makaya.mvoubou@gmail.com

Le Stanley Pool est une formation continentale crétacée qui affleure du sud-est du Gabon jusqu'au Congo. Les recherches en cours au sein de cette formation continentale viennent de révéler au Gabon sept empreintes de dinosaures présentes sur des morceaux de dalles d'argilites.

L'analyse de ces empreintes plus ou moins bien conservées met évidence trois morphotypes. Le morphotype 1 regroupe les empreintes 1, 2, 3 et 4, de forme identique mais de tailles différentes. Ces empreintes appartiennent à des dinosaures tridactyles. Le morphotype 2 est représenté par les empreintes 5 et 6 dont la forme est ovale. Ces empreintes correspondraient aux sauropodes. Enfin, le morphotype 3, représenté seulement par l'empreinte 7, est constitué de quatre doigts. Cette empreinte très bien conservée appartiendrait à un dinosaure tétradactyle.

Cette découverte majeure constitue le premier signalement de dinosaures au Gabon. Elle est un atout supplémentaire pour le tourisme sous régional.

Références

- Bessedik, M. Mammeri, C. Belkebir, I. Mahboubi, M. Adaci, M. Hebib, H. Bensalah, M. Mansour, B. & Mansouri, M. E. H. 2008. Nouvelles données sur les ichnites de dinosaures de la région d'El Bayadh (Crétacé inférieur, Algérie). *Palaeovertebrata* 36, 7-35
- Da Silva, R. C. Carvalho, I. S. & Schwanke, C. 2007. Vertebrate dinoturbation from the Caturrita Formation (Late Triassic, Paraná Basin), Rio Grande do Sul State, Brazil. *Gondwana Research* 11, 303-310.

Figures

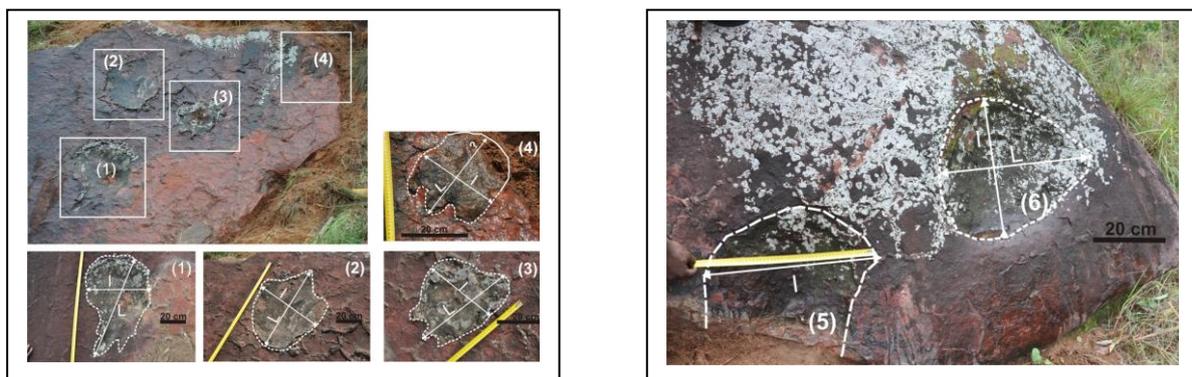


Fig. 1 : Empreintes correspondant au morphotype 1 (gauche) et au morphotype 2 (droite).

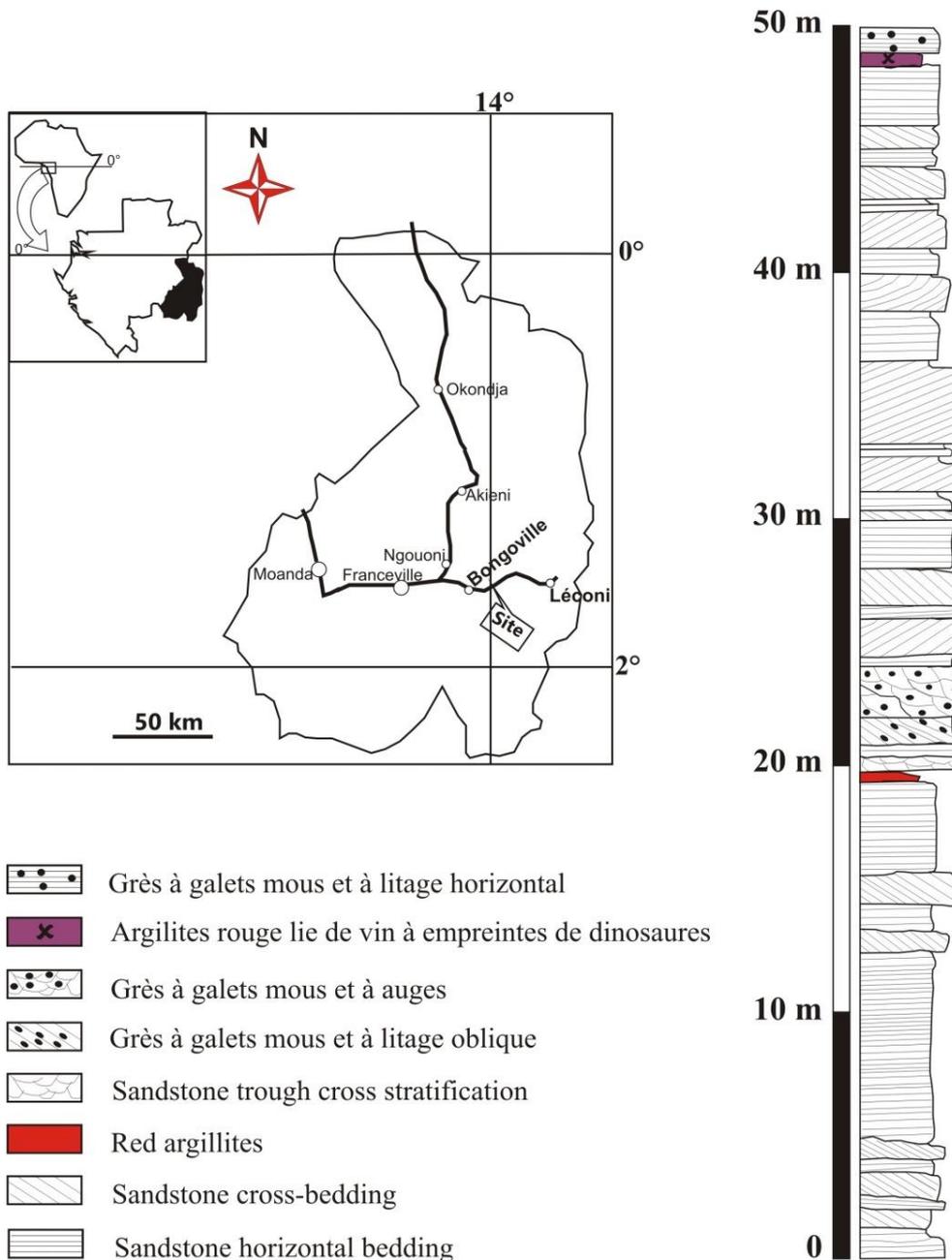


Fig. 2 : Localisation du site et coupe géologique renfermant les argilites à empreintes de dinosaures.



Caractérisation du fonctionnement des hydro-systèmes du bassin du Fleuve Congo et impacts du changement climatique sur les écoulements

MALANDA Edmond*, BAYONNE Sandra, BISSEMO Grace, MOUKANDI Guy

Université Marien Ngouabi, Fac. Sciences et Techniques, Brazzaville, République du Congo

* Email : edmond.malanda@gmail.com

Plus long fleuve d'Afrique après le Nil, deuxième fleuve du monde en débit après l'Amazone, le Congo représente la moitié des eaux africaines déversées dans l'océan Atlantique. Comprendre son fonctionnement se révèle ainsi capital en ce début de siècle où l'eau est un enjeu majeur, particulièrement en Afrique. Cette étude consiste à étudier la variabilité des écoulements et leurs tendances, en utilisant la méthode de moyenne mobile à sept ans et les tests de Pettitt et Mann-Kendall et d'analyser la stationnarité temporelle des extrêmes des écoulements dans le bassin du fleuve Congo. Les résultats obtenus ont permis de subdiviser les chroniques pluriannuelles des écoulements en plusieurs phases homogènes. L'année 1970 semble marquer à la fois pour l'Afrique Occidentale comme pour l'Afrique centrale l'accident hydroclimatique majeur du XX^{ème} siècle annonçant sa principale période d'écoulement déficitaire. Ce bassin est aussi caractérisé par une baisse générale des écoulements même si une légère hausse a été remarquée au début des années 2000 avant la poursuite de la baisse.



Pétrogenèse de la formation de Kyandamu dans le Supergroupe du Katanga. Apport de la géochimie dans la compréhension paléogéographique du bassin

MALANGO Samy^{1,2*}, De PUTTER Thierry², MASHALA Pierre¹, CAILTEUX Jacques²

1. Université de Lubumbashi, Lubumbashi, République démocratique du Congo

2. Musée royal de l'Afrique centrale, Projet GeoRes4Dev, Tervuren, Belgique

* Email : samy.malango@gmail.com

Le « Copperbelt » du Katanga (KCB) en République Démocratique du Congo, fait partie de la ceinture cuprifère de l'Afrique centrale connue pour ses importantes réserves en cuivre-cobalt (Figure 1). La succession néoproterozoïque du Supergroupe du Katanga telle que connue à ce jour, est caractérisée par deux formations repères. Le sous-groupe de Mwale (Grand Conglomérat) et le sous-groupe de Kyandamu (Petit Conglomérat). Dans le secteur de Lukutwe, au centre du KCB, nous avons mené une étude systématique du Kyandamu en se basant sur l'analyse pétrographique détaillée de 60 lames minces ainsi que la géochimie des éléments majeurs, traces et terres rares.

Les résultats suggèrent que le Kyandamu est une diamictite à matrice massive de nature argilo-gréseuse peu carbonatée dont les clastes sont dominés par des fragments de quartz (60%), des carbonates (20%), des quartzites (10%) des feldspaths (5%), des granitoïdes (3%), et en faible proportion des micaschistes et conglomérats. Cette composition indique deux sources majeures d'approvisionnement dans le bassin : les roches anté-Katangiennes en provenance principalement du bloc de Bangweulu, ainsi que les roches appartenant au Supergroupe du Katanga (Nguba et Roan). L'indice de Parker ainsi que l'indice d'altération chimique de Nesbitt et Young (1982) montrent respectivement des valeurs de 60,9 et 52,7. Ceci suggère une mise en place dans un contexte de faible drainage caractéristique d'une altération chimique faible et d'un climat aride. Les rapports $V/Cr < 2$; $U/Th < 0,75$; $Ni/Co < 5$ et U authigène (total $U-Th/3$) < 5 , indiquent un environnement oxydant. Le contexte tectonique de dépôt de la diamictite de Kyandamu est un contexte instable et actif tel que montré par les valeurs de l'indice $ICV > 1$ de Cox et al (1995). Il est de type marge continentale active (ACM) dans le diagramme de Roser et Korsh (1988) alors que dans le diagramme de Verma et Armstrong (2013), il montre la transition entre le contexte extensif et celui compressif dans l'évolution géodynamique du bassin Katanguien (Figure 2).

La diamictite de Kyandamu est interprétée d'âge Marinoen ($\pm 650-630$ Ma) et a été corrélée régionalement avec la diamictite de Ghaub du Supergroupe de Damara et la Diamictite Supérieure du Supergroupe Ouest-Congo (Kampunzu et al., 2009 ; Cailteux et al., 2015). La comparaison entre ces diamictites (Figures 2a, 2b, 2c) montre que seule celle de Ghaub présente des stries ainsi qu'une matrice laminaire typique d'un apport glaciaire évident (Hoffman, 2011). L'absence des structures glaciaires dans la Diamictite Supérieure (Delpomdor et al., 2017) ainsi que dans le Kyandamu (notre étude), suggère une influence glaciaire imminente sur le craton du Kalahari que sur celui du Congo. Cela confirme le caractère hétérogène des diamictites vis-à-vis des grands changements climatiques mis en évidence au Néoproterozoïque.

Références

Cailteux, J.L.H., Delpomdor, F.R.A., Ngoie Ndobani, J.-P., 2015. The Neoproterozoic West-Congo "Schisto-Calcaire" sedimentary succession from the Bas-Congo region (Democratic Republic of the Congo) in the frame of regional tentative correlations. *Geologica Belgica* 18, 126-146.



- Kampunzu, A.B., Cailteux, J.L.H., Kamona, A.F., Intiomale, M.M., Melcher, F., 2009. Sediment-hosted Zn-Pb-Cu deposits in the central African Copperbelt. *Ore Geology Review* 35, 263-297.
- Delpomdor, F. Tack, L. Pr at, R., 2017. Facies and micromorphology of the Neoproterozoic Upper Diamictite Formation in the Democratic Republic of Congo: new evidence of sediment gravity flow. *Geologica Belgica* 20, 69-79.
- Hoffman, P. 2011. Strange bedfellows: Glacial diamictite and cap carbonate from Marinoan (635 Ma) glaciation in Namibia. *Sedimentology* 58, 57-119.

Figures

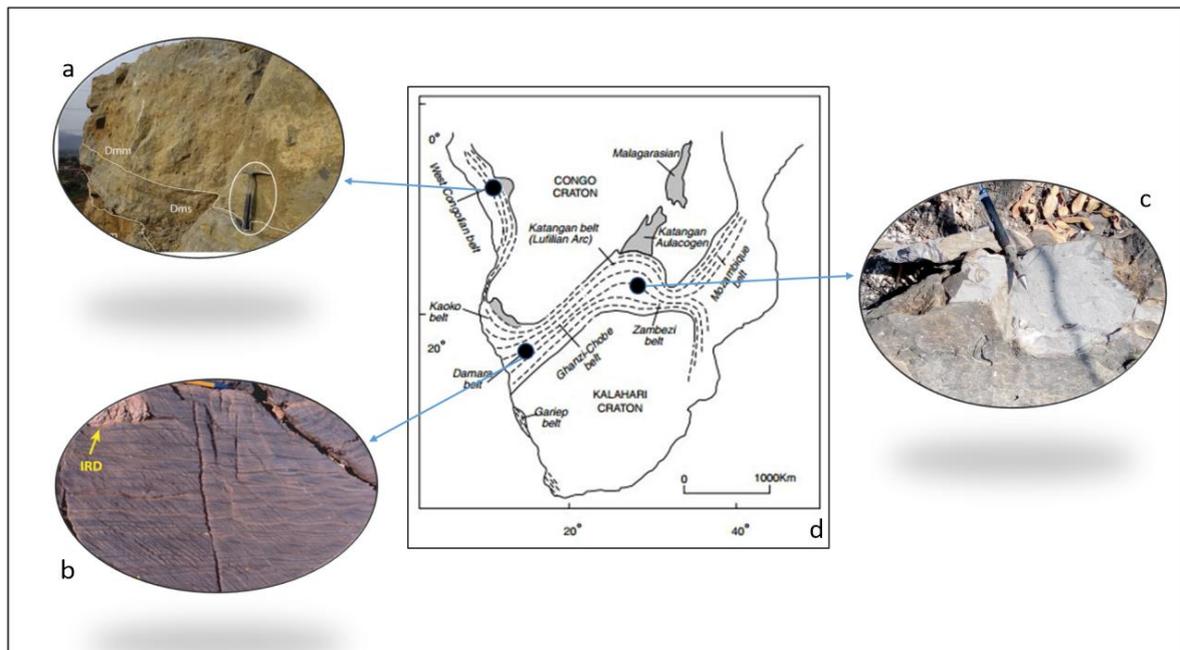


Figure 1 : Configuration générale des bassins Néoprotérozoïque d'Afrique Centrale. a : Diamictite supérieure (Delpomdor et al., 2017). b : Diamictite de Ghaub (Hoffman, 2011). c : Diamictite de Kyandamu (cette étude). d : Ceintures néoprotérozoïques entre les cratons du Congo et du Kalahari. (Carte modifi e d'après Kampunzu et al (2000)).

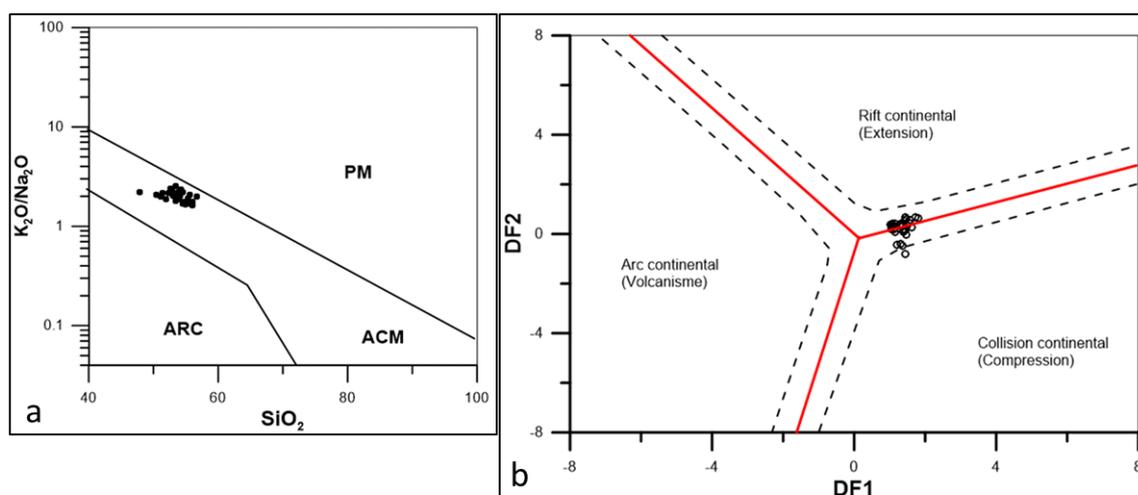


Figure 2 : Contexte tectonique de la diamictite de Kyandamu. a : Marge continentale active dans le diagramme de Roser et Korsh (1988). b : Transition Rift Continental et Collision Continentale dans le Diagramme de Verma et Armstrong-Altrin (2013).



Inventaire du patrimoine géologique de la République du Congo cas de la Région de Loango

MALONGA Boris Brell^{1*}, WOLKOWICS Stanislaw², CHARLES Nicolas³, DIAZ-MARTINEZ Enrique⁴

1. Ministère des Industries Minières et de la Géologie, Brazzaville, République du Congo
 2. Institut Géologique de la Pologne (PGI), Varsovie, Pologne
 3. Bureau de Recherches Géologiques et Minières (BRGM), Orléans, France
 4. Institut Géologique et Minier de l'Espagne (IGME-CSIC), Madrid, Espagne
- * Email : borisbrellmalonga@gmail.com

La vision d'un monde en paix ne peut se faire sans la science selon l'UNESCO. La notion du patrimoine géologique a été officialisée en 1991 lors du Symposium international sur la protection du patrimoine géologique à Dignes-les-Bains (France) avec la « Déclaration internationale des droits de la mémoire de la Terre ». Ainsi, le patrimoine géologique fait partie du patrimoine naturel et englobe les éléments géologiques d'intérêt (paysages, roches et minéraux, fossiles, structures, etc), principalement scientifique, mais aussi pédagogique et touristique. Tout pays possède une géodiversité dont les éléments de plus forte valeur peuvent constituer des géosites constituant un patrimoine géologique qu'il faut conserver et léguer aux générations futures.

La reconnaissance du patrimoine géologique dans une démarche de développement durable est matérialisée notamment par le label Géoparc mondial UNESCO. Il s'agit d'aires protégées sur la base d'un patrimoine géologique remarquable au niveau international et gérées de façon durable en intégrant toutes les communautés. De nos jours, on compte 177 Géoparc mondiaux UNESCO répartis dans 46 pays, avec seulement 2 sur le continent africain (M'Goun au Maroc et Ngorongoro Lengai en Tanzanie). Afin de concourir à ce label, il faut au préalable établir un inventaire des géosites afin de démontrer le caractère remarquable du patrimoine géologique d'un territoire. Pour ce faire, un cadre législatif est nécessaire et une méthodologie doit être appliquée dans une démarche d'objectivité scientifique. Or, en Afrique, l'inventaire du patrimoine géologique est encore préliminaire à l'exception de quelques pays (ex. Afrique du Sud, Algérie, Maroc, Namibie) tout comme la législation reconnaissant le patrimoine géologique.

Quel est le constat pour le Congo ? Une prise de conscience de plus en plus accrue est démontrée pour la préservation de l'environnement et pour la sauvegarde du patrimoine naturel notamment géologique. Le Congo compte aujourd'hui 17 aires protégées couvrant environ 11% du territoire national ainsi que deux projets de création d'aires marines protégées. Cependant, on déplore qu'aucune aire protégée d'intérêt géologique n'ait été encore créée. Alors même que le pays présente des géosites remarquables sur le plan sédimentologiques, paléontologiques, pétrographiques ou tectoniques, il faut noter l'absence d'une législation sur le patrimoine géologique. L'histoire de la Terre peut être illustrée par les géosites d'une valeur scientifique remarquable, couplée à l'accompagnement dans l'éducation et le développement touristique. Un inventaire congolais des géosites et une législation sur le patrimoine géologique s'avèrent donc nécessaires afin de les conserver.

Dans cette optique, la République du Congo a accueilli en juin 2022 à Pointe-Noire une formation sur le patrimoine géologique organisée dans le cadre du projet PanAfGéo (partenariat entre les services géologiques africains et européens). A cette occasion, le Ministère des Industries Minières et de la Géologie a pris acte des recommandations des différents experts



internationaux sur les préalables à la candidature de la région de Loango, au sud-ouest du Congo, pour le label Géoparc mondial UNESCO. Ainsi, un inventaire des éléments géologiques d'intérêt scientifique, pédagogique et touristique a été initié par le ministère dans le cadre d'une méthodologie établie entre experts africains et européens. Ce travail a démarré par un pré-inventaire de géosites dans la région de Loango. Parmi ces géosites, on citera : « Cirques d'érosion quaternaires de Diosso » à 22 km au nord de Pointe-Noire, « Grès dolomitiques du Turonien-Coniacien de Djéno Rochers » à 21 km au sud de Pointe-Noire, « Karstification des résidus miniers salifères de Makola-Holle » à 40 km au nord-est de Pointe-Noire. Des projets d'arrêtés de protection ont été initiés pour conserver et valoriser ces Géosites. L'inventaire se poursuit dans l'objectif d'un projet de création d'un parc national géologique dans la région de Loango, première pierre à la candidature pour le label de Géoparc mondial UNESCO. Les résultats de ce travail seront mis à disposition des différentes parties-prenantes (ministères, scientifiques, associations, amateurs, professeurs, tous publics etc.). Ils constituent notamment des supports d'aide à la décision et à la planification, dans le cadre de programmes de protection et de valorisation du patrimoine mis en place par les organismes publics. Ils permettent également de valoriser la géologie du bassin côtier congolais et de la chaîne du Mayombe, de révéler leurs intérêts scientifiques auprès de la communauté des chercheurs.





Caractérisation lithostratigraphique et sédimentologique des formations superficielles de Kisangani au NE de la RD Congo : Origines, modes de transport et milieux de dépôt des sédiments du Supergroupe de la Cuvette centrale

MASHAURI Faidance^{1*}, MASHALA Pierre², MBUYULO Mokili³

1. Université de l'Uélé, Isiro, République démocratique du Congo
2. Université de Lubumbashi, Lubumbashi, République démocratique du Congo
3. Université de Kisangani, Kisangani, République démocratique du Congo

* Email : faidance.mashauri@uniuele.ac.cd

Notre recherche a été faite dans la ville de Kisangani située au centre nord-est de la RD Congo. Elle constitue une contribution à la connaissance géologique des formations superficielles observées dans la partie orientale de la cuvette centrale. Les sédiments appartenant au Supergroupe de la cuvette centrale sont constitués des alluvions, éluvions et colluvions. Ces ressources naturelles servent dans la ville de Kisangani et ses environs comme matériaux de construction susceptibles de contribuer à son développement durable. Au cours de chaque année, il y a des nouvelles habitations qui sont construites un peu partout dans la ville Kisangani. Des nouveaux ouvrages de génie civil notamment les routes en terre battue, les bâtiments résidentiels et commerciaux, des bureaux administratifs, les hôpitaux et tant d'autres, qui occasionnent une forte demande en matériaux de construction meubles et consolidés.

Quelques travaux réalisés dans la Cuvette centrale au Nord-Est de la RD Congo doivent toujours être actualisés ou mis en jour par des récentes recherches en vue de la relecture de la carte géologique de cette partie. C'est pour pallier aux insuffisances des données géologiques que le présent travail de recherche vise à établir la lithostratigraphie et déterminer les caractéristiques sédimentologiques des formations superficielles de Kisangani du Supergroupe de la cuvette.

Pour atteindre les objectifs assignés à cette étude, nous avons procédé aux travaux de terrain afin de décrire les coupes stratigraphiques et prélever quelques échantillons des formations meubles. Deux types d'analyses ont été réalisées au laboratoire de sédimentologie du Département de Géosciences de l'Université de Kinshasa (UNIKIN), à savoir l'analyse granulométrique (tamisage et sédimentométrie) et l'analyse morphoscopique.

Les principaux résultats obtenus montrent que la lithostratigraphie de la région de Kisangani, se présente de la manière suivante : à la base nous avons une formation indurée composée (de grès, argilite, marne, shale, conglomérat, cuirasse latéritique, ...) surmontée par une formation meuble constituée essentiellement des graviers sableux avec quelques blocs, sables graveleux, sables fins micacés, sables argileux de couleur grisâtre, ocre, rougeâtre à brunâtre. Au sommet de la coupe, on observe généralement un horizon humifère de couleur noirâtre. Les résultats d'analyse granulométrique révèlent que les sédiments étudiés sont globalement variés provenant probablement des plusieurs sources (allant des graviers aux sables modérément à très mal classés). Par ailleurs quelques échantillons ont un caractère presque homogène. Il s'agit de sables fins assez à très bien classés. L'observation morphoscopique des échantillons a permis d'apprécier le caractère allochtone des formations superficielles étudiées. Elles contiennent des grains émoussés, luisants et mats, de forme généralement subarrondie à subanguleuse témoignant un transport assez considérable des grains par l'eau et par le vent. La proportion des grains luisant étant importante, nous pensons que le moyen de transport principal des sédiments reste l'eau. Le mode de déplacement est



principalement le roulage et la saltation montrant une énergie hydrodynamique assez forte. L'étude paléoenvironnementale révèle que les sédiments étudiés ont été déposés dans des environnements continentaux (fluvio-lacustre et probablement au niveau des plages).

Références

- Ndala, I., Kalanga, B., Musitu, J., Mpiana, C, Kanda, V., N'Zau, C., 2023. Caractérisations sédimentologique et paléoenvironnementale du site de l'aménagement hydroélectrique de Kakobola et ses environs (Province du Kwilu/RD Congo). *Geo-Eco-Trop* 46(2), 315-328.
- Kabamba, Mpiana, K, Kanda, N, Mavambou, M., 2018. Caractérisation granulométrique de dépôts sableux des rivières de la région de Kinshasa. *International Journal of Innovation and Applied Studies* 24(1), 330-347.
- Fernandez-Alonso, M., Kampata, D., Mupande, J-F., Dewaeles, S., Laghmouch M., Baudet, D., Lahogue, P., Badosa, T., Kalenga, H., Onya, F., Mawaya, P., Mwanza, B., Mashagi, H., Kanda-Kula, V., Luamba, M., Mpoyi, J., Decree, S., Lambert, A., 2015. Carte géologique de la République Démocratique du Congo au 1/2.500.000. Notice explicative. Ministère des mines, République Démocratique du Congo.
- Degaichia, A. Laouar, R., 2013. Sédimentologie et paléoenvironnements du Pliocène du fossé d'effondrement de Tébessa (Atlas saharien oriental, Algérie). *Bulletin du Service Géologique National* 24(3) 189-207.
- Assalé, F.Y.P., 2013. Caractérisation sédimentologique, palynologique, géochimique et paléoenvironnementale des formations sédimentaires connexes à la faille des lagunes (Est du bassin onshore de Côte d'Ivoire). Thèse de doctorat, Département de Géosciences marines, Université FHB de Cocody, 361p.

Figures



a : carrière d'exploitation des matériaux de construction (sables et graviers), b : une coupe stratigraphique des formations superficielles reposant directement sur une argilite verte et c :une couche des graviers à matrice noirâtre huilée et qui tache les doigts. Photos prises à Kisangani, le 17/01/2023 par Faïdance Mashauri.



Géochimie des metabasites du Complexe Nemba de la chaîne Ouest-Congo (République du Congo) : Implications pétrogénétiques et géodynamiques

MATIABA-BAZIKA Ulrich Verne^{1, 2*}, BOUTENITELA Vicky Tendresse Télange¹,
MAKAMBA LEKEBA Nelson, BOUDZOUMOU Florent

1. Université Marien Ngouabi, Fac. Sciences et Techniques, Brazzaville, République du Congo.
2. Institut National de Recherches en Sciences Exactes et Naturelles, Brazzaville, République du Congo.

* Email : iletbazika@gmail.com

L'étude pétrographique et géochimique est réalisée sur les metabasites du Complexe de Nemba de la chaîne du Mayombe. Cette dernière est un segment africain de l'orogène Araçuaï-Orogène Ouest Congo. Le complexe de Nemba se trouve dans la partie sud-ouest du Congo, il est d'âge Néoprotérozoïque et représente la partie inférieure du Supergroupe Ouest-congolien. Le but de l'étude est de caractériser les metabasites de ce complexe, afin de contraindre son contexte géodynamique. La méthodologie multidisciplinaire intègre les observations pétrographiques et les analyses géochimiques en roche totale. L'échantillonnage a été réalisée le long des rivières Loukounga et Moumba. Les résultats obtenus montrent que les metabasites sont des amphibolites, des métagabbros, des épidotites et des schistes verts intrudés dans les métasédiments éburnéens. Ils ont été affectés par un métamorphisme mésozonal à épizonal, caractérisé par la rétro-morphose des minéraux du faciès amphibolite intermédiaire dans les faciès schiste vert. La géochimie en roches totale indique que ces metabasites ont une composition basaltique et andésitiques à affinité tholéitique à transitionnelle. Les spectres des éléments traces montrent un enrichissement en LREE, LILE et un appauvrissement en HREE et HFSE. Les anomalies négatives en Nb-Ta, et Ti, les rapports Th/La, Nb/La relativement faible, et les rapports Th/Ta, La/Ta fortement élevés mettent en évidence une contamination crustale des magmas. Les metabasites du complexe de Nemba sont cogenitiques et seraient mises en place dans un contexte géodynamique intraplaque comme celui associé aux basaltes des trapps (CFB). Ils proviendraient des panaches mantelliques contenant un magma picritique enrichi, à des niveaux moins profonds à partir de la fusion partielle de degrés < 20 % du manteau péridotitique contenant du grenat et du spinelle.



Impact de l'exploitation minière sur l'environnement : Stratégies de réhabilitation et de la valorisation du plateau de Biniomi après exploitation par l'imagerie satellite et drone

MAYOMBO Juvenal^{1*}, NDONGO Alexis¹, DIGALOU Logan², NZAMBA Humel Rod³

1. Université de Masuku, Franceville, Gabon
2. Nouvelle Gabon Mining, Franceville, Gabon
3. SOTRADER, Franceville, Gabon

* Email : mouelejuvenal06@gmail.com

Situé dans la province du haut-Ogooué à l'Est du Gabon, le site de Biniomi a fait l'objet d'une exploitation minière depuis 2017 par la compagnie Nouvelle Gabon Mining (NGM). L'extraction du manganèse sur ce site a conduit à la modification de la surface topographique de l'écosystème naturelle du site.

Cette étude avait pour but d'utiliser les données d'imagerie satellite et les photomosaïques acquises par drone pour évaluer l'impact de l'exploitation minière sur l'environnement et proposer des stratégies de réhabilitation et de valorisation durables après exploitation.

Le traitement des données satellites a permis, d'une part, de connaître l'impact de l'extraction sur la végétation en comparant l'état initiale et l'état du site après exploitation, et d'autre part, de faire la cartographie des bassins versants au voisinage du site d'étude.

Les photomosaïques acquises par drone ont servi pour établir une cartographie précise (échelle métrique), du site à réhabiliter et à proposer un plan de réhabilitation et de valorisation en identifiant les zones favorables à la culture d'essences d'arbres utiles (eucalyptus, café, cacao) et les zones propices à la recolonisation naturelle.

Les recommandations faites à la suite de cette étude sont actuellement utilisées par l'entreprise pour la réhabilitation et la valorisation durables du site de Biniomi.



Utilisation des indices de qualité et de pollution organique dans l'évaluation de la qualité physicochimique des eaux de surface de la ville de Brazzaville (Congo)

MBIANDA NFONG-YA Orline Lesley^{1,2*}, NZILA Jean de Dieu³, LOUZAYADIO MVOUEZOLO Raison Félicien², NGUELET-MOUHAHA Isidore⁴, MOUSSOKI NSONA Promesse², BONA ZABA MILANDOU Longin Justin Clair², WANDO Georgy Patience⁵, OUAMBA Jean Maurille²

1. Institut National de l'Eau, Université d'Abomey-Calavi, Abomey-Calavi (Bénin)
 2. Faculté des Sciences et Techniques, Université Marien Ngouabi, République du Congo.
 3. École Normale Supérieure (ENS), Brazzaville, République du Congo
 4. Institut National de Recherche Forestière, Université Marien Ngouabi, République du Congo
 5. Fac. des Lettres, des Arts, des Lettres et des Sciences Humaines, Univ. Marien Ngouabi, R. Congo.
- * Email : orlinembianda@gmail.com

La qualité de l'eau est un critère important pour faire répondre à la demande, à l'approvisionnement en eau, et aux utilisations quelconques. Les paramètres physicochimiques des eaux de la rive droite du Fleuve Congo, et de ses affluents traversant la ville de Brazzaville ont été déterminés en amont, au cours moyen et en aval au mois de janvier 2023. Ceci, dans le but d'évaluer la qualité de ces eaux en utilisant la méthode de calcul de l'indice de qualité de l'eau (IQE), de l'indice de pollution organique (IPO), et deux indices d'évaluation des eaux à des fins d'irrigation. Ces indices ont été calculés avec les valeurs limites de deux normes à savoir la norme marocaine et la norme OMS.

S'agissant de la qualité des eaux, il ressort de ces calculs que selon la norme marocaine 45% des eaux sont excellentes ($0 < IQE \leq 25$) 15% de bonne qualité ($25 < IQE \leq 50$), 30% non potable ($IQE > 100$) et 5% de mauvaise qualité ($50 < IQE \leq 70$). La norme OMS quant à elle montre que 75% des eaux sont bonnes, 15% non potable, 10% de mauvaise qualité, et 5% de très mauvaise qualité.

Avec l'IPO, les eaux étudiées se répartissent en quatre classes de pollution : faible (50%), forte (25%), modérée (10%) et très forte (10%). Des sept cours d'eaux évalués (Djiri, Djoué, Tsiémé, Mfilou, Mfoa, Mikalou, Madoukou), les rivières Mfilou, Mfoa (du cours moyen jusqu'à l'exutoire) et Madoukou se montrent les plus polluées par rapport aux autres. Par contre, les eaux des rivières Djiri, Djoué et celles du fleuve Congo sont excellentes, en fonction des indices calculés. On remarque en outre que les indices globaux de qualité IQE et de pollution IPO sont en concordance.

La pollution de ces eaux est en grande partie due aux déversements des eaux usées sans traitement dans la nature. Le calcul de tous les indices d'évaluation de la qualité des eaux de la ville de Brazzaville à des fins d'irrigation révèle un pourcentage d'azote de toutes les eaux inférieure à 60 %, indiquant que ces eaux sont excellentes pour l'irrigation des terres.

Références

- My Hachem Bekri, Abdellah El Hmaidi, Hajar Jaddi, Habiba Ousmana, Zahra Kasse, El Mati El Faleh, Ali Essahlaoui, Abdelhadi El Ouali., 2020. Utilisation Des Indices De Qualité Et de Pollution Organique Dans L'évaluation De La Qualité Physico-Chimique Des Eaux Superficielles Des Oueds Moulouya et Ansegmir (Haute Moulouya, NE Du Maroc). *European Scientific Journal* 16(27), 55-75.
- Setia, R., Lamba, S., Chander, S., Kumar, V., Singh, R., Litoria, P.K., Singh, R.P., Pateriya, B., 2021. Spatio-temporal variations in water quality, hydrochemistry and its controlling factors in a perennial river in India. *Applied Water Science* 11, 169.



Etude de la qualité des eaux des puits et des rivières de la localité de Bouanza et ses environs (Département de la Bouenza, République du Congo)

MBILOU Urbain Gampio^{1*}, NKOMBO Germe¹, NGOUALA MABONZO Médard²

1. Faculté des Sciences et Techniques, Université Marien Ngouabi, Brazzaville République du Congo
2. Faculté des Lettres Arts et Sciences Humaines Université Marien Ngouabi, Brazzaville

* Email : gampiombilou@gmail.com

L'étude hydrochimique des eaux (eaux de surface et eaux souterraines) de Bouanza et ses environs, a été menée sur douze (12) points pour évaluer leur chimisme, leur degré de potabilité et leur impact sur la santé. Cette étude montre que ces eaux sont douces, acides (83,3%) et neutres (16,7%). Elles sont chimiquement et physiquement potables selon les normes de l'OMS 2017 pour l'eau de boisson ; seule la température ne respecte pas ces normes et le pH de trois points (R. la Mboma 2, P. Roger et F. Station Total) présente des valeurs en dessous des normes. Elles présentent également une minéralisation variable suivant les différents points (très faiblement minéralisée, moyennement minéralisée et une minéralisation accentuée).

L'origine de la minéralisation est contrôlée par la recharge, l'influence des eaux de pluies, les échanges de bases et les échanges des alcalins de la nappe contre les alcalino-terreux des formations permutolites. Ces eaux se trouvent dans les formations Schisto-Calcaire du bassin supérieur du Niari. Les diagrammes montrent que ces eaux sont de la famille bicarbonatée calcique et magnésienne, du faciès bicarbonaté calcique (diagramme de Piper) et de bonnes à excellentes pour l'irrigation (diagramme de Chada). Elles sont très agressives et corrosives. L'alcalinité résiduelle de ces eaux est à 91,6% négative et contrôlée par les ions bicarbonatés. Ces eaux sont sous-saturées vis-à-vis de la calcite, de l'aragonite, de la dolomite, de l'anhydrite et du gypse.



Les minéraux accessoires à U, Th, ETR dans les grès et les conglomérats archéens du bassin de Pongola (Afrique du Sud)

MEGNENG Melissa^{1*}, PAGEL Maurice², ORBERGER Beate³, HOFFMAN Axel⁴

1. Ecole Normale Supérieure de Libreville, Lab. Sciences de la Vie et de la Terre, Libreville, Gabon
2. Université de Paris-Sud 11, UMR CNRS-UPS 8148 IDES, Orsay, France
3. GEOPS-Université Paris Sud Bât 504 91405 Orsay, France.
4. Department of Geology, university of Johannesburg, South Africa.

* Email: megnengmelissa@yahoo.fr

En Afrique du Sud, le supergroupe Pongola s'est déposé sur le craton du Kaapvaal à environ 3 milliards d'années. Le groupe Mozaan repose sur le groupe basal Nsuze et contient des pélites, des arénites quartziques, des grès et des conglomérats. Dans ce type de conglomérat, des gisements d'uranium et des minéralisations d'or ont été reconnus dans le monde, au Canada, au Brésil, en Australie et en Afrique du Sud. Des petites minéralisations ont été avérées dans le Mozaan groupe, très différentes de celles qui ont été exploitées dans le bassin voisin du Witwatersrand.

Ce travail pétrographique, minéralogique et géochimique concerne les formations conglomératiques et gréseuses basales du Mozaan Groupe dans le Denny Dalton. Il est fondé sur l'étude de deux carottes dans lesquelles des minéralisations en uranium ont été reconnues. Une attention particulière a été portée sur le matériel détritique car, dans ces conglomérats, les gisements sont de type placer avec des remobilisations plus ou moins marquées.

Les analyses pétrographiques et chimiques mettent en évidence les différentes minéralisations qui caractérisent les processus diagénétiques et hydrothermaux qui ont affectés le Mozaan groupe. La morphologie des minéraux suggère un transport court de la source vers le bassin de Pongola. Les observations des minéraux d'uranium mettent en évidence de phospho-coffinite, de Phosphates Alumineux Hydratés de Terres Rares et des altérations très développées qui affectent les grains de monazite. Ces assemblages minéralogiques révèlent une diagenèse avec la circulation de fluides acides comme l'atteste la présence de la pyrite et des APS dans la porosité secondaire des roches.



Caracteristiques physico-chimiques des eaux de surface et souterraines du district de Bambama (département de la Lekoumou) : Origine de la minéralisation et potabilité des eaux

MIASSOUKA MILANDOU Frejusse Fourier^{1*}, MALANDA NIMY Edmond Nicaise², ESSOULI Olivier Florent⁴

1. Université Marien Ngouabi, Fac. Sciences et Techniques, Brazzaville, République du Congo
 2. Université Marien Ngouabi, Ecole Nationale Supérieure, Brazzaville, République du Congo
 3. Congolaise des eaux, Brazzaville, République du Congo
- * Email : frejussemiassouka@gmail.com

La présente étude est basée sur l'évolution des caractéristiques physico-chimiques des eaux de surface et souterraines du district de Bambama. L'étude physico-chimique des eaux de surface et souterraines du district de Bambama a révélé que ces eaux sont douces, faiblement minéralisées, sous-saturées vis-à-vis de l'anhydrite, l'aragonite, la calcite, la dolomite et du gypse et l'alcalinité de ces eaux est dominée par les ions bicarbonates (HCO_3^-). Ces eaux sont aussi caractérisées par deux (2) familles chimiques (famille des chlorurées-sulfatées calciques et magnésiennes et famille des bicarbonatés calciques et magnésiennes).

Du point de vue faciès chimique, les eaux de surface et souterraines du district de Bambama sont majoritairement caractérisées par des faciès chimiques de type chloruré-calcique. La minéralisation des eaux du district de Bambama est contrôlée par la dissolution des minéraux carbonatés, sulfatés et évaporitiques ainsi que les échanges de base cationiques (alcalins et alcalino-terreux) entre la nappe et les permutolites. Sur le plan qualitatif, les teneurs de tous les ions majeurs sont conformes aux normes établies par l'OMS (2006).

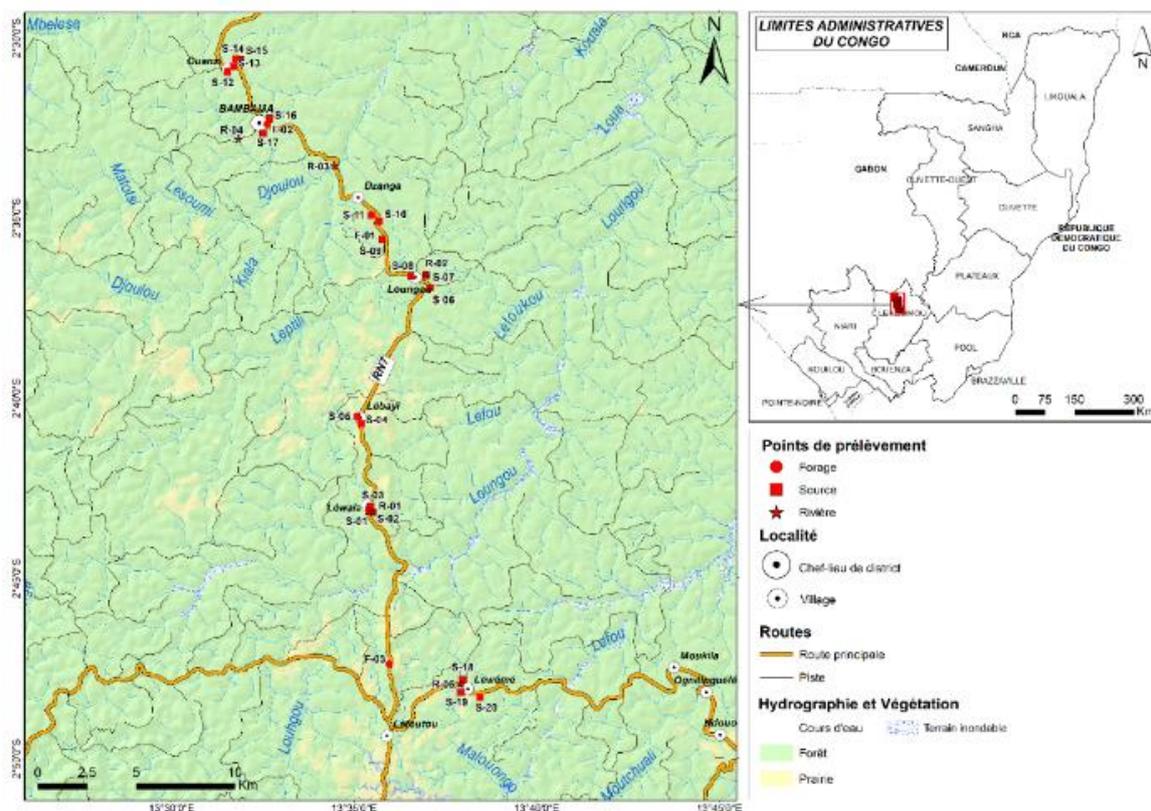


Figure 3: localisation des différents points d'échantillonnage des eaux de surface et souterraines

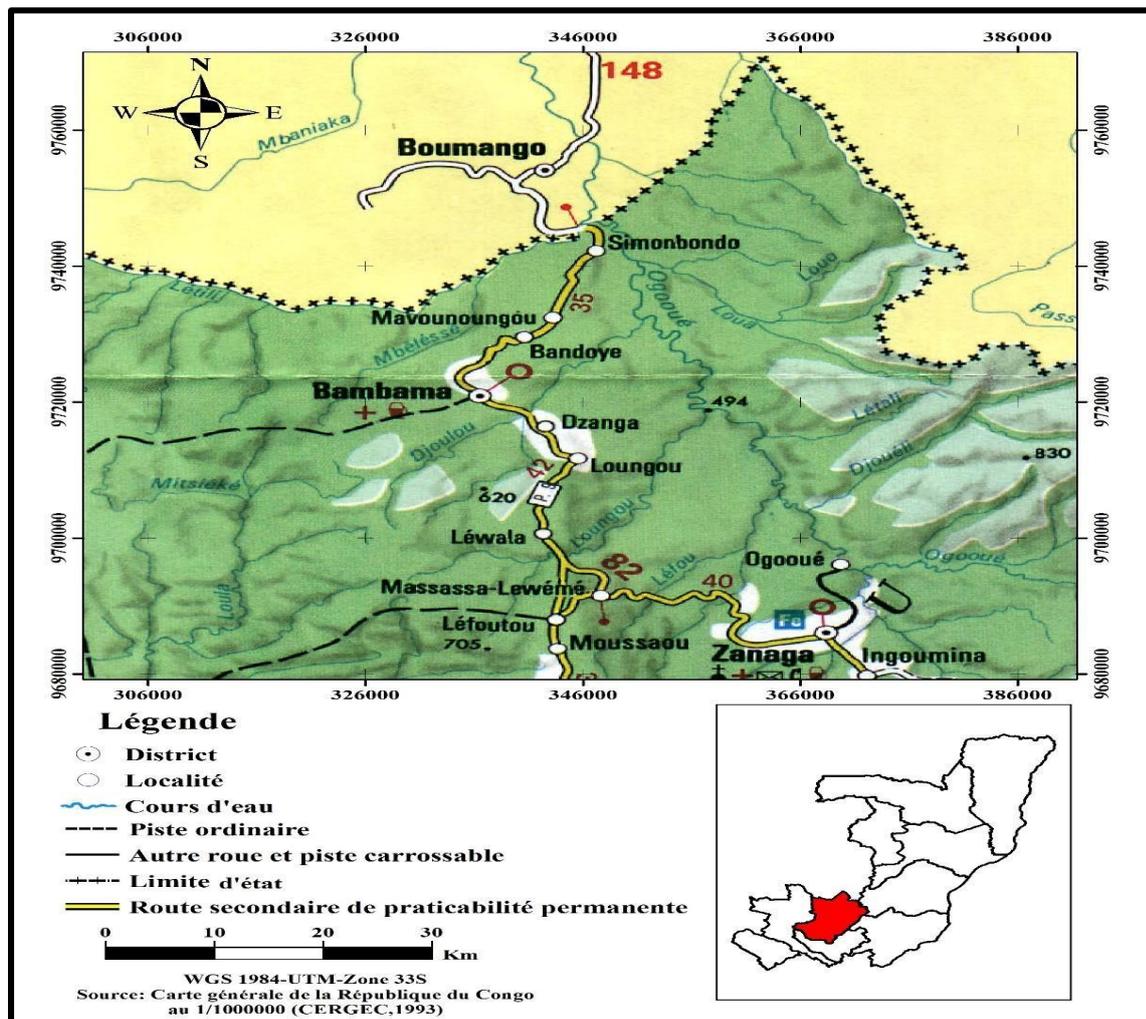


Figure 4: Localisation du district de Bambama et ses environs

Références

- Olivier Florent ESSOULI et Edmond Nicaise MALANDA NIMY, 2020. Caractéristiques hydrogéologiques et hydrochimiques des eaux de deux forages des villages d'Ingah et d'Imvouba dans le district de Ngabe (département du pool, Congo). *International Journal of Recent Scientific Research* 11(7) (B), 39213-39226.
- Olivier Florent ESSOULI et Primaële ESSOULI KESSIMPOU, 2020. Hydrochimie des eaux de surface et souterraines de la partie nord de Brazzaville : Origine et processus de minéralisation. *RAMReS* 2020 2(1), 1-15. <http://publication.lecames.org/>



Grès de l'Inkisi : Dépôt d'un Super cône alluvial Ordovicien, d'Afrique centrale

MIYOUNA Timothée^{1*}, BOUDZOUMOU Florent^{1,2}, NKODIA Hardy Meddry Dieu-Veill^{1,3}, DELVAUX Damien³

1. Université Marien Ngouabi, Faculté des Sciences et Techniques, Brazzaville, République du Congo
2. Institut de Recherche en Sciences Exactes et Naturelles (IRSEN), Brazzaville, République du Congo.
3. Musée royal de l'Afrique centrale, Projet ReoRes4Dev, Tervuren, Belgique.

* Email: miyounatim@yahoo.fr

L'étude des arkoses d'âge paléozoïque du Groupe de l'Inkisi a été réalisée dans les carrières de Kombé et de la Brossette situées au sud de Brazzaville en République du Congo. Elle a porté sur la pétrographie, la minéralogie, les lithofaciès, l'architecture, l'organisation séquentielle des corps sédimentaires, et les paléocourants pour déterminer le contexte géodynamique de mise en place du Groupe de l'Inkisi dans l'histoire du Gondwana.

Le Groupe de l'Inkisi est composé des conglomérats et des grès. Les conglomérats sont des faciès Gt, Gcm, Gmm, Gp, Gh, correspondant aux barres de graviers, aux « débris flows », aux « grain flows » déposés dans le chenal fluvial. Les grès sont microconglomératiques, grossiers, moyens, fins et très fins, médiocrement classés, contenant localement des graviers et blocs de roches magmatiques, métamorphiques et sédimentaires. Les grès du Groupe de l'Inkisi sont des arkoses très immatures, composés de quartz, feldspaths frais, débris rocheux et des micas. Ils montrent les faciès St, Sp, Sh, Sm, Sr, Sl, Fl, Fm, associées aux surfaces architecturales de troisième, quatrième et cinquième ordre. Les structures sont les barres des chenaux (CH), des barres transversaux (LA), des barres longitudinaux (DA), des dépôts des levées (LV) et des dépôts de plaine d'inondation (FF).

Les dépôts s'organisent en séquences élémentaires granodécroissantes qui débutent par une surface de ravinement due aux fréquentes migrations latérales des chenaux dans un système fluvial en tresses. Les séquences élémentaires sont interceptées par les dépôts de cônes alluviaux et des coulées gravitaires et mis en place sous climat semi-aride ou froid. Les écoulements sont principalement turbulents en régime supérieur et secondairement laminaires en régime inférieur, et orientés vers le sud.

Les caractéristiques de l'ensemble du dépôt correspondent à un géant cône alluvial, sous influence fluvial de réseaux en tresses, à directions d'écoulements vers le sud. La paléogéographie de la zone au paléozoïque s'apparente à une vaste pénéplaine légèrement inclinée vers le sud en phase d'extension, entourée par des hauts reliefs du craton du Congo au nord et nord-est, et ceux de la chaîne panafricaine ouest-congolienne au sud et dans laquelle sont déposés les sédiments. Les grès de l'Inkisi constituent donc un géant cône alluvial, distinct du Gondwana superfan. Nous définissons les grès du Groupe de l'Inkisi comme le "Gondwana Super cône alluvial Ordovicien, d'Afrique Centrale" (the Ordovician Gondwana superfan of Central Africa).



Caractérisation de l'exploitation artisanale d'une mine de polymétaux et son impact sur l'environnement : Cas de l'ancienne mine de Mfouati (Congo)

MOUABI NZIHOU Belvain Marceron^{1*}, MOUEBO BOUNGOU Michael², WATHA-
NDOUDY Noel^{1,3} NZILA Jean de Dieu⁴

1. Faculté des Sciences et Techniques, UMNG, Brazzaville, République du Congo
 2. Laboratoire de Génie des procédés, Chaire UNESCO ENSP, UMNG, Brazzaville, République du Congo
 3. Institut National de Recherche Forestière, Brazzaville, République du Congo
 4. Laboratoire de Recherche en Géosciences et Environnement, ENS, UMNG, Brazzaville, Rép. Congo
- * Email : marceromouabi@gmail.com

Située au Sud-Ouest de Brazzaville, Mfouati est la première localité au Congo où l'exploitation artisanale de polymétaux a vu le jour. C'est dans ce contexte qu'une étude a été menée dans l'objectif de contribuer à la caractérisation de l'exploitation artisanale d'une mine et d'identifier les impacts liés à cette activité sur l'environnement en vue d'améliorer la performance environnementale et les conditions socio-économiques des exploitants miniers de la Région de Mfouati.

La méthodologie utilisée consistait à décrire les techniques et méthodes utilisées dans l'activité par le biais des guides d'entretien et des questionnaires d'enquête à l'endroit des artisans miniers pour s'imprégner de la situation. L'identification des impacts environnementaux s'est faite par l'observation des sites sur la base d'une check-list et des analyses chimiques des sols et des eaux autour de la mine.

Les résultats obtenus ont permis d'identifier deux méthodes (à ciel ouvert et en galeries) d'exploitation artisanale. Les principales techniques d'exploitation et de production sont : le décapage, le creusement, le concassage, le chargement, le transport, dépôt et vente. Le kilogramme du minerai est vendu à 50 FCFA. La capacité de production de tout venant par mois est de 7495 tonnes et par année 89948 tonnes. Les artisans miniers sont en majorité des hommes (80%) et dont la tranche d'âge la plus représentative est 10 à 40 ans. Le matériel utilisé dans l'exploitation est rudimentaire. Les impacts répertoriés pendant la préparation du site et l'exploitation sont : des excavations abandonnées (38,40%) avec une superficie estimée à 38967,81 m², l'accumulation de détritiques (tas de matériaux et de terre) à la surface du sol (19,40%), la destruction du couvert végétal (3,60%), les crevasses ou figures d'érosion (3,15%), la pollution de l'air (0,45%), des inversions lithologiques (11,80%), les éboulements (18,35%). La qualité des eaux autour de la mine ne pose pas de problème en terme d'ETM tandis que le sol apparaît fortement pollué même à des distances assez éloignées de la mine.



Figure 1 : Carte de localisation de la zone d'étude (source : Google earth pro)



Figure 2 : superficie défrichée



Figure 3 : Pollution de l'eau

Références

- Bundesanstalt für Geowissenschaften Und Rohstoffe, 2019. Cartographie de l'exploitation minière artisanale du cuivre et cobalt dans les provinces du Haut-Katanga et du Lualaba en République Démocratique du Congo, ministère des mines, 63p.
- Kahilu Mutshima Christophe., Masengo Kindede, Jacques., Sony Tshimwanga Jérôme., Kahadi Tshianzula Pierre, 2015. Exploitation minière artisanale et son impact environnemental dans la ville de KOLWEZI, Université de Kolwezi, p-17.
- Kamabu Ngavo Henri, Hamuli Miruho Herman, Kubuya Saidi, Murairi Janvier, Matthysen Ken, Thierens Mieke, 2020. L'exploitation minière artisanale à Beni-Mbau : Etat des lieux et Cartographie des sites miniers, RDC, 64p.
- Kamundala Byemba Gabriel, 2012. Exploitation minière artisanale et industrielle au Sud-Kivu, Centre d'expertise en Gestion Minière (CEGEMI), Université Catholique de Bukavu, RDC, 23p.
- Keita Seydou, 2002. Artisanat minier au mali et expérience de bonnes pratiques pour la lutte contre la pauvreté et le développement des communautés minières locales, 10p.
- Mogba, Z., Ngbokoto, F., Mainde, M., Feitouana, J., Maket, P., 2007. Etude sociodémographique des exploitants du diamant artisanal dans les zones pilotes du projet DPDD en République Centrafricaine, 47p.
- Mongenu Mamberi Gustave, Mafuta Ndwa Yav, 2015. Exploitation minière artisanale et son impact socio-économique et culturel, p-18.
- Murray C., 2014. Impacts environnementaux et mesures d'atténuation reliés à l'exploration et à l'exploitation des mines d'uranium, maîtrise en environnement, Université de Sherbrooke, 96p.
- Watha-Ndoudy, N., Dipakama, C.M., Nzila, J.D., Kimpouni, V., Louembe, D., 2022 Environmental Impacts of Geomaterials Exploitation in the Republic of Congo. American Journal of Environmental Protection 11(3), 47-61.
- Watha-Ndoudy, N., Dipakama, C.M., Nzila, J.D., Nguélet-Moukaha, I., Kimpouni, V., 2022. Impact de l'orpaillage sur les écosystèmes forestiers du Secteur de Souanké, République du Congo. European Scientific Journal 18 (36), 169.



Actualisation des connaissances géologiques du Tchad et contribution à la clarification des contextes géodynamiques liés aux indices miniers reconnus dans le socle précambrien

MOUAAS Isseini^{1*}, DJEROSSEM Félix²

1. Université de N'Djamena, N'Djamena, Tchad
 2. Institut national Universitaire d'Iriba, Iriba, Tchad
- Emails : imoussa2010@gmail.com; djerossem@gmail.com

Les indices miniers sont associés à des environnements particuliers qui dépendent des contextes géodynamiques (Groves et Berlin, 2007). Lorsqu'on considère les gîtes magmatiques, les facteurs primordiaux sont l'origine du magma (source et conditions de fusion) et son évolution vers des lignées magmatiques particulières, avec une concentration sélective des éléments chimiques, y compris les métaux, aux différents stades de l'évolution magmatique (Christiansen et Keith, 1996). Ainsi, connaître le contexte géodynamique fournit une première indication sur le potentiel minier d'une zone et permet d'orienter les travaux de prospection.

Au Tchad, comme dans beaucoup de pays africains, le retard pris dans les travaux géologiques a conduit l'État et les acteurs miniers à bâtir une stratégie d'exploration allant au-devant, et souvent en parallèle, des études géologiques menées principalement au niveau académique. Un travail de synthèse basé sur l'état actuel des recherches concernant l'impact des contextes géodynamiques sur la formation des gisements métallifères d'une part (*références ci-dessus*), et l'actualisation des connaissances géologiques du Tchad grâce aux récents travaux dans les massifs du Ouaddaï (Djerossem et al., 2020 ; 2021), du Guera (de Witt et al., 2021 ; Shellnutt et al., 2021) et du Mayo Kebbi (Penaye et al., 2006 ; Pouclet et al., 2006 ; Isseini et al., 2012 ; Tchameni et al., 2013) d'autre part, nous a permis de clarifier les contextes associés aux indices miniers tchadiens, répartis à travers les cinq massifs précambriens (Tibesti, Mayo Kebbi, Guéra, Ouaddaï, Mbaïbokoum) fortement empreints de l'orogénèse panafricaine. Par rapport à cette orogénèse, on a ainsi pu démontrer que les massifs, essentiellement dominés par une histoire d'accrétion juvénile (Mayo Kebbi, Guera), sont le domaine privilégié des minéralisations aurifères, avec des enrichissements en métaux de transition divers (Cu, Ni, Cr, etc). Au contraire, les massifs ayant enregistré une fraction importante de remobilisation d'une croûte pré-Néoprotozoïque au cours de l'orogénèse panafricaine (Ouaddaï, probablement le Tibesti), sont plus spécifiques des indices d'uranium et de métaux rares (Li, Sn, W, etc.), permettant ainsi de définir une spécialisation métallogénique de ces massifs suivant les histoires de subduction/collision, l'âge et la nature de la croûte.

Ainsi, même si les connaissances géologiques, en particulier les études pétrologiques, isotopiques et tectoniques sont fragmentaires et ne permettent pas une reconstitution exhaustive de l'évolution géodynamique des massifs précambriens reconnus au Tchad, les données disponibles indiquent que la zonation des indices en fonction des domaines géologiques n'est pas aléatoire. Ces observations rendent compte de la nécessité de créer un cadre de communication entre les opérateurs miniers et les chercheurs, en faveur d'un financement des études visant à rendre moins fragmentaire la recherche géologique et son intégration dans les stratégies nationales de développement du secteur minier.

Références

Christiansen, E.H., Keith, J.D., 1996. Trace elements systematics in silicic magmas: A metallogenic perspective. In Wyman, D.A., ed, Trace Elements Geochemistry of Volcanic Rocks: Applications



- for Massive Sulphide exploration. Geological Society of Canada, short Course Notes 12, 151-151.
- de Witt, M.J., Bowring, S., Buchwaldt, R., Dudas, F.O., MacPhee, D., Tagne-Kamga, G., Dunn, N., Salet, A.M., Namabatingar, D., 2021. Geochemical reconnaissance of the Guéra and Ouaddaï Massifs in Chad: evolution of Proterozoic crust in the Central Shara Shield. Geological Society of South Africa 124, 353-382.
- Djersossem, F., Berger, J., Vanderhaeghe, O., Isseini, M., Ganne, J., Zeh, A., 2020. Neoproterozoic magmatic evolution of the southern Ouaddaï Massif (Tchad). Bulletin de la Société Géologique de France 191, 34.
- Djersossem, F., Zeh, A., Isseini, M., Vanderhaeghe, O., Berger, J., Ganne, J. (2021). U-Pb-Hf systematics of zircons from granites and metasediments of Southern Ouaddaï (Chad) : Implications for crustal evolution and provenance in the Central Africa orogenic Belt. Precambrian Research 361 (1), 106233.
- Groves, D.I., Bierlein, P., 2007. Geodynamic settings of mineral deposit systems. Journal of the Geological Society 164, 19-30.
- Isseini, M., André-Mayer, A.-S., Vanderhaeghe, O., Barbey, P., Deloule, E., 2012. A-type granites from the Pan-African orogenic belt in south-western Chad constrained using geochemistry, Sr-Nd isotopes and U-Pb geochronology. Lithos 153, 39-52.
- Penaye, J., Kröner, A., Toteu, S.F., Van Schumus, W.R., Doumnang, J.-C., 2006. Evolution of the Mayo Kebbi region as revealed by zircon dating: an early (ca. 740 Ma) Pan- African magmatic arc in south-western Chad. Journal of African Earth Sciences 44, 530–542.
- Pouclot, A., Vidal, M., Doumnang, J.-C., Vicat, J.P., Tchameni, R., 2006. Neoproterozoic crustal evolution in Southern Chad: Pan-African Ocean basin closing, arc accretion and late- to post-orogenic granitic intrusion. Journal of African Earth Sciences 44, 543–560.
- Shellnutt, J.G., Yeh, M.-W., Pham, N.H.T., Lee, T.-Y., 2021. Late Ediacarian post-collisional magmatism in the Guéra Massif, South-Central Chad. International Geology Review 1-22.
- Tchameni, R., Doumnang, J.-C., Deudibaye, M., Branquet, Y., 2013. On the occurrence of gold mineralization in the Pala Neoproterozoic formations, SouthWestern Chad. Journal of African Earth Sciences 84, 36-46.



L'orpaillage et son impact dans le secteur de Mayéyé (Massif du Chailu, Congo)

MPASSI TSIBA Ulrich^{1*}, WATHA-NDOUDY N.^{1,2}, DIPAKAMA C.M.², NZILA J.D.³,
BOUDZOU MOU Florent¹

1. Faculté des Sciences et Techniques de l'Université Marien Ngouabi, Brazzaville, Congo
2. Institut national de Recherche Forestière, Brazzaville, Congo
3. Ecole Normale Supérieure de l'Université Marien Ngouabi, Brazzaville, Congo

* Email : ulrichmpassitsiba@gmail.com

Le secteur de Mayéyé fait l'objet de l'orpaillage depuis les années 1990. Cependant, cette activité reconnue dégradante pour l'environnement n'y a jamais fait l'objet d'étude. Ce travail vise la caractérisation de l'orpaillage et son impact sur le milieu. La méthodologie a consisté en des enquêtes auprès des parties prenantes à travers des guides d'entretien et un questionnaire, la description des sites avec une grille de description, l'identification et la caractérisation des impacts suivant une check-list et le protocole d'audit rapide hydromorphologie des cours d'eau (AURAH-CE). Des analyses physico-chimiques ont été effectuées sur les échantillons d'eaux pour déterminer le pH, la turbidité, les MES, les ETM (As, Cd et Pb).

Les observations montrent que dans ce secteur, les gisements exploités sont des placers alluvionnaires. La géologie du secteur formée de granite, gneiss, amphibolites, schistes et pegmatites est typique du Massif du Chaillu. Les méthodes et outils utilisés, de la prospection au traitement, sont rudimentaires et l'extraction de l'or se fait par brûlage. L'activité est caractérisée par la forte dominance des hommes (98,4 %), la présence des étrangers (14,7 %), une faible présence d'enfants (4,9 %), le manque d'équipement de protection, l'insuffisance de matériel et la vente au marché noir. L'activité apparaît comme un moyen de lutte contre la pauvreté pour l'orpaillageur qui gagne en moyenne 215.040 FCFA/mois. Cependant, elle a un impact négatif sur l'environnement se traduisant par la déforestation (1,5 ha), la dégradation physique du sol et des hydrosystèmes et la présence d'un drainage minier acide.

Les analyses des eaux donnent une turbidité moyenne de 14,3 FTU, un pH de 7,7 à 8,5, une moyenne de 4,6 mg/L pour les MES, des teneurs en Pb de 0,16 mg/L, en Cd de 0,07 mg/l et en As de 0,06 mg/L. Ces teneurs en ETM sont supérieures aux normes OMS (16 fois pour le plomb, 23 fois pour le cadmium et 6 fois pour l'arsenic). L'impact social est caractérisé par la dépravation des mœurs, les accidents et les conflits. Tout cela conduit au développement de plusieurs maladies. Pour pallier ces impacts négatifs, un accompagnement des orpaillageurs s'avère nécessaire.

Références

- Affessi A. S., Koffi K. G. J. C., Sangare M., 2016. Impacts sociaux et environnementaux de l'orpaillage sur les populations de la région de Bounkani (Côte d'Ivoire). *European Scientific Journal* 12 (26), 288-305.
- Ibrahim O. Z., Dan-Badjo T. A., Guero Y., Idi M. M. F., Feidt C., Sterckeman T., Echevarria G., 2019. Distribution spatiale des éléments traces métalliques dans les sols de la zone nord de Komabangou au Niger. *International Journal of Biological and Chemical Sciences* 13(1), 557-577.
- Itsoua-Madzous G. L., 1997. Activités prédatrices et le devenir de la forêt de la Lékoumou : Cas de l'exploitation forestière moderne dans les U.F.A. Sud 10 et Sud 11. *Mémoire de Maîtrise, Université Marien NGOUABI (FLSH)*, 93p.



Moulet D., Saffrache P., Transler A. L., 2006. Orpaillage en Guyane française : Synthèse des connaissances, Etudes Caribéennes, 753.

OMS, 2017. Directives de qualité de pour l'eau de boisson. 4^e éd. Intégrant le premier additif, Genève, 538p.

Valette L., Chandesris A., Souchon Y., 2013. Protocole AURAH-CE, Audit Rapide de l'Hydromorphologie des Cours d'Eau, Guide technique, 49p.

Watha-Ndoudy N., Dipakama C. M., Nzila J. D., Nguelet-Moukaha I., Kimpouni V., 2022. Impact de l'orpaillage sur le milieu physique des écosystèmes forestiers du secteur de Souanké, République du Congo. European Scientific Journal 18 (36), 60-85.

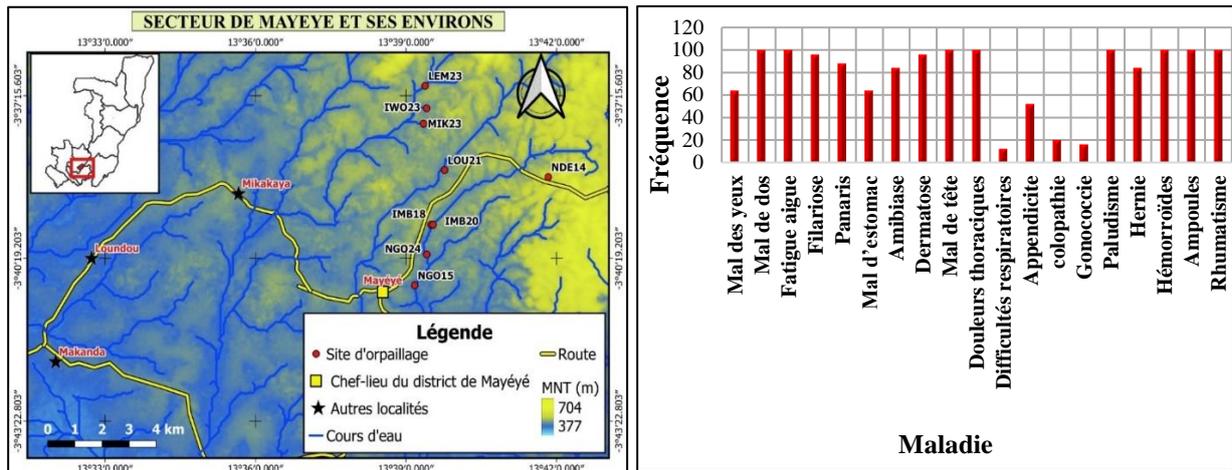


Figure 1 : Localisation des sites d'orpaillage à Mayéyé

Figure 2 : Maladies enregistrées chez les orpailleurs

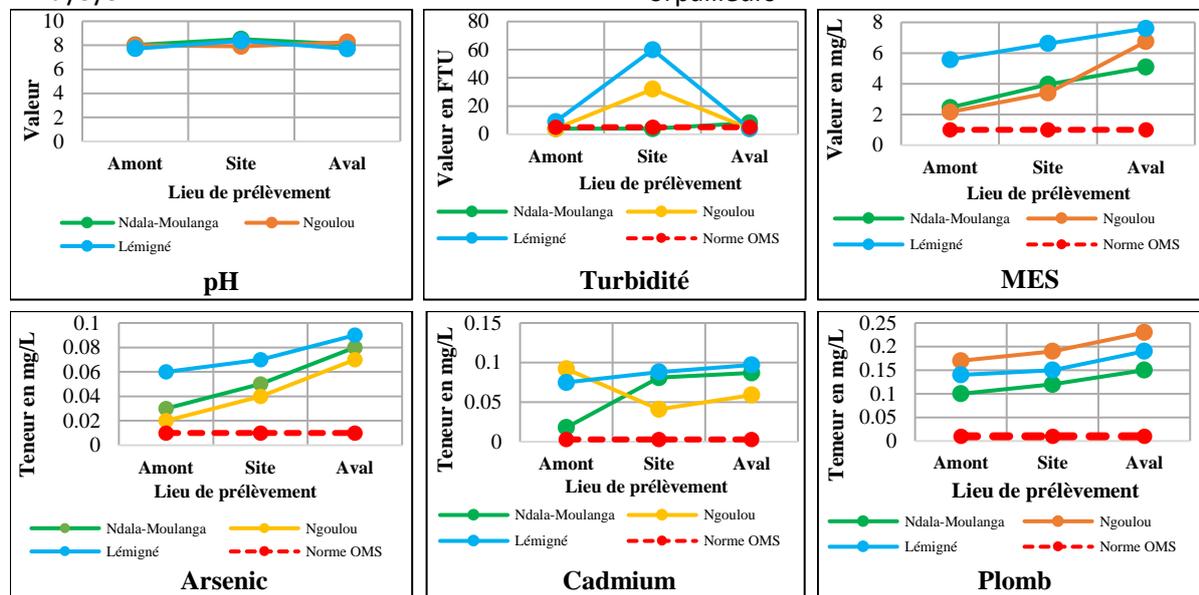


Figure 3 : Résultats des analyses physico-chimiques



Etude géochimique des sols de la ville de Lubumbashi : Aspects socio-environnementaux

MULONGO Sonia^{1,3*}, BATUMIKE M. Jacques², MUHAYA Bamba¹, DE PUTTER Thierry³, MEES Florias³

1. Université de Lubumbashi, Lubumbashi, République démocratique du Congo
 2. Université Officielle de Bukavu, Bukavu, République démocratique du Congo
 3. Musée royal de l'Afrique centrale, Projet GeoRes4Dev, Tervuren, Belgique,
- * Email : sonyamulongo@gmail.com

La ville de Lubumbashi, en République Démocratique du Congo, est une ville à vocation principalement minière où vivent plus de 2 millions de personnes (Muhaya et al, 2022). Ce travail a pour objectif d'étudier et de caractériser géochimiquement le sol de Lubumbashi, en se focalisant sur la présence des éléments en traces métalliques (ETM) dans les différents quartiers de la ville. La source des teneurs élevées en ETM est discutée suivant les options d'une provenance innée, c'est à dire issue de la roche mère ou dérivée des activités anthropiques surtout liées aux mines (Baize, 2007).

Sur terrain, le prélèvement de 100 échantillons de sol sur une maille de 1 km² dans les 7 communes de la ville nous a permis d'étudier les teneurs en ETM déterminées par la spectrométrie de masse par plasma à couplage inductif (ICP-MS) et par spectrométrie d'émission optique par plasma à couplage inductif (ICP-OES). Le sol de Lubumbashi est développé sur les roches appartenant au Supergroupe du Katanga, principalement les groupes de Nguba et Kundelungu (Cailteux et De Putter, 2019).

Les valeurs des teneurs en ETM obtenues sont comparées aux valeurs limites, selon les normes de l'Organisation Mondiale de la Santé (OMS). Parmi les métaux analysés, le cuivre, le vanadium, le cobalt, le chrome, l'arsenic, le cadmium et le zinc ont présenté des valeurs supérieures aux normes de l'OMS. Ces résultats montrent que les teneurs élevées en ETM ne sont pas systématiquement liées à la lithologie du Supergroupe du Katanga dont le sol est issu. Par contre, les teneurs élevées sont étroitement liées aux zones industrielles et minières, aux grandes artères routières et aux zones près des cours d'eau.

L'intensité de la contamination dans le sol calculée grâce à l'indice de géoaccumulation (Muller, 1969), le facteur de contamination, l'indice de pollution, les risques et indices écologiques (Hakanson, 1980) placent le cadmium en premier, suivi du cuivre qui occupe la deuxième position et le zinc la troisième position, l'arsenic ensuite le nickel, le chrome, le cobalt, le mercure, le vanadium et enfin le plomb. La présence des usines de transformation de minerais de cuivre et cobalt et éléments associés dans la ville, le transport de ces minerais par des camions non couverts ainsi que le déversement des déchets des usines dans les rivières sont parmi les causes de l'élévation de ces ETM qui sont dangereux pour la population. La loi sur l'octroi de permis d'exploitation, la circulation des camions transportant les minerais ainsi que l'étude d'impact environnemental devra être revue pour la protection de la population.

Références

- Baize, D., 2007. Les éléments traces métalliques (ETM) dans les sols. Tout ce qu'il faut savoir ! Institut national de la recherche agronomique-Sciences du sol-Orléans, 28 p.
- Cailteux, J. & De Putter, T, 2019. The Neoproterozoic Katanga Supergroup (D. R. Congo): State-of-the-art and revisions of the lithostratigraphy, sedimentary basin and geodynamic evolution. *Journal of African Earth Sciences* 150, 522-531.



- Hakanson, L., 1980. An ecological risk index for aquatic pollution control. A sedimentological approach. Water Research Pergamon press Ltd Printed in Great Britain 14, 975 - 1001.
- Lubaba, B.N.C., 2012. Rapport de l'enquête sur la pollution chimique dans les quartiers Tshamilemba et Kabecha de la ville de Lubumbashi Université de Lubumbashi, Faculté de Médecine, Ecole de sante publique, unité de toxicologie et environnement, 26 p.
- Muhaya, B.B. & Badarhi, B.B., 2022. Trace metal contamination of groundwater and human health risk in Katuba and Kenya municipalities of Lubumbashi city, Southeastern Democratic Republic of Congo. African sound of Environmental Science and Technology 6(3), 91-110.
- Muller, G., 1969. Indice de géoaccumulation dans les sédiments du Rhin. Géojournal 2,108-118.



Lithostratigraphie des formations géologiques du secteur de Mugote (Sud de l'île d'Idjwi), Sud Kivu, RD Congo

MUMBERE MUTIMA Yves*, MUHINDO MUSUBAO Bosco, OMBENI MUZINGWA
Jonathan

Département de Géologie, Université de Goma, République démocratique du Congo

* Email : yvesmutima@gmail.com

Mugote est un groupement localisé sur l'île d'Idjwi, à l'Est de la République Démocratique du Congo. Les formations géologiques de ce coin de la RDC constituent une entité géologique peu connue. Néanmoins les études faites à petite échelle sur la région mettent à évidence l'île d'Idjwi d'une île tectonique dont le socle est le Kibarien du Mésoprotérozoïque recouvert des sédiments cénozoïques. Etant donné l'apport de ce Kibarien en minéralisations de 3T, connaître la lithostratigraphie de Mugote est une base pour d'autres ultérieures études orientées dans divers aspects. La présente étude a pour objectif de déceler la succession de diverses formations géologiques au niveau local de Mugote. Elle a été procédée par une méthodologie regroupant les travaux de terrain et de laboratoire. Les travaux de lever géologique de terrain ont consisté à rechercher, décrire et prélever les roches affleurantes. Les travaux de laboratoire ont consisté quant à eux à décrire les échantillons de roches récoltées et élaborer des logs stratigraphiques sur base de principe de datation relative. Les résultats mettent en évidence que le secteur de Mugote repose sur un socle Kibarien datant du Précambrien et intrudé par des roches pegmatitiques. Ce plutonisme a été accompagné par l'hydrothermalisme de type greisenification. Les lithologies caractéristiques sont : les quartzites, les quartzoschistes, les schistes gréseux, les gneiss, les pegmatites et les greisens. Elles se succèdent de la manière suivante : gneiss, quartzite, schistes gréseux. Les pegmatites et les greisens y sont en intrusion.



Autres éléments géochronologiques sur le bassin de Mbuji-Mayi en RDC

MUSAMBAYI BIAIYI Crispin^{1, 3*}, NKONKO MULENDA Tyna², MAYIBA M. Téléphore¹

1. Université Officielle de Mbuji-Mayi, Faculté des sciences, République démocratique du Congo

2. Centre de recherches géologiques et minières, République démocratique du Congo

3. Université de Kisangani, Faculté des sciences et CIFOR, République démocratique du Congo

Email : musambayicrispin@gmail.com

Les faibles connaissances géochronologiques relatives sur le bassin de Mbuji-Mayi handicapent la bonne corrélation stratigraphique de ce dernier avec les autres bassins de la région et par conséquent alourdissent la définition de sa stratigraphie qui est d'ailleurs mal présentée jusqu'à ce jour.

Le bassin de Mbuji-Mayi est considéré comme un bassin périphérique du grand bassin du Congo bien que possédant des connexions géométriques avec la cuvette centrale du Congo.

Cependant, l'on trouve qu'en plus de son socle archéen granitique et de ses formations sédimentaires attribuées au Mésoprotérozoïque par datation absolue (Raucq, 1957 ; Cahen et al., 1974, 1984, in Baludikay, (2019) ; François et al., 2023), la colonne stratigraphique signale des sédiments d'âges Mésozoïque (groupe de la Loia) et Cénozoïque mais sans toutefois signaler une discordance majeure qui devrait justifier l'absence de la sédimentation d'âge Néoprotérozoïque et Paléozoïque.

Ce travail soulève cette discussion et relance le débat à ce sujet enfin de revoir la colonne stratigraphique du super groupe de Mbuji-Mayi ; surtout étudier aussi les formations sédimentaires carbonatées des secteurs de Kabimba et Lukalaba, au Kasaï oriental en République Démocratique du Congo, qui portent des gravures organiques que l'on pourrait rattacher soit au Néoprotérozoïque soit au Paléozoïque. Cela pourrait faire que le bassin de la Mbuji-Mayi ou du Sankuru-Mbuji-Mayi-Lomami-Lovoy, si l'on emprunte le terme de Delpomdor (2015), contiendrait dans sa colonne stratigraphique des sédiments d'âge Néoprotérozoïque ou Paléozoïque. Nous étudions ici les fossiles rencontrés sur les roches carbonatées des secteurs de Kabimba et Lukalaba au sud de la ville de Mbuji-Mayi en République Démocratique du Congo qui laissent voir qu'ils proviendraient des êtres unicellulaires qui auraient vécu à une période relativement récente que le précambrien moyen qui est l'âge avancé par les auteurs cités ci-haut pour les roches calcaires dans le bassin de Mbuji-Mayi.

Les travaux de terrains suivis de ceux du laboratoire ont montré que les roches porteuses des gravures sont des carbonates de type mudstone et celles-ci sont identifiées à des conophytons semblables à ceux décrits par Burne (2022) et Bertrand-Sarfati (1976).

Ces structures caractéristiques du précambrien terminal appuient l'hypothèse de l'âge néo protérozoïque pour le Mbuji-Mayi ainsi que sa corrélation avec les autres bassins des cratons ouest-Africain, du Kalahari et du Tanganyika.

Références :

Baludikay K. 2019, Biostratigraphie, paléoécologie et évolution thermique du supergroupe de Mésoprotérozoïque de Mbuji-Mayi, RD Congo, thèse de doctorat en sciences, Université de Liège.

Bertrand-Sarfati, J., 1976. Précisions sur l'âge précambrien supérieur des stromatolites du groupe de la Musondozi, Malagarasien du Burundi, centre géologique et géophysique. Annales de la Société géologique de Belgique 99(1), 89-104.



François et al., 2023. Multi-method dating constrains the diversification of early eukaryotes in the Proterozoic Mbuji-Mayi Supergroup of the D.R. Congo and the geological evolution of the Congo Basin. *Journal of African Earth Sciences* 198, 104785.

Delpomdor, F., Virgone, A., Blanpied, C., Pr at, A., 2015. Sedimentology and sequence stratigraphy of Late Precambrian carbonates of the Mbuji-Mayi Supergroup in the Sankuru-Mbuji-Mayi-Lomami-Lovoy Basin (Democratic Republic of the Congo). In: de Wit, M.J., Guillocheau, F., de Wit, M.C.J. (Eds.), *Geology and Resource Potential of the Congo Basin*. Springer-Verlag, 59-76. doi: 10.1007/978-3-642-29482-2_4.

Raucq, P., 1957. Contribution à la connaissance du système de la Bushimay (Congo belge) *Ann. Mus. Royal Congo Belge, Tervuren (Belgique), Série in-8 . Sci. Geol.* 18, 427 pp.

Burne, R.V., 2022. A radical reinterpretation of the growth and form of stromatolite conophyton lituus (Maslov) from evidence of syngenetic biofilm mineralization. *Journal of paleogeography*, 11(1), 69-84 (00257).

Quelques figures de terrain



Conophytes observés sur les roches carbonat es dans le village de Lukalaba à 45km au sud de Mbuji-Mayi en RDC,

Photo C. Musambayi, sept.2022



Traces organiques concentriques de diamètre allant de 15cm à 120cm observ es sur les calcaires dans le village de Kabimba   35Km au Sud de Mbuji-Mayi en RDC.

Photo C. Musambayi, sept.2022

Vue en profil des traces organiques observ es sur les calcaires dans le village de Lukalaba,   60Km au sud de Mbuji-Mayi en RDC

Photo C. Musambayi, sept.2022





Contrôle lithostructural de la minéralisation aurifère et stannifère dans le Twangiza-Namoya Gold Belt : Lien avec la chaîne méso-néoproterozoïque Karagwe Ankole au Kivu (RD Congo)

MUSHAMALIRWA Toussaint^{1,2*}, NKERE Jaziel¹, DELVAUX Damien²

1. Université Officielle de Bukavu, Bukavu, République démocratique du Congo
 2. Musée royal de l'Afrique centrale, Projet GeoRes4Dev, Tervuren, Belgique
 * Email : mushamalirwat01@gmail.com

Les terrains de Ngweshe-Luwindja-Burhinyi au Kivu sont situés au NE de la Twangiza-Namoya Gold Belt (TNGB), une zone NE-SW minéralisée en Au, Sn, Nb-Ta. L'or serait mis en place suite à un événement tectono-métamorphique (Büttner et al., 2016; Wesson, 2019; Walemba, 2001). Dans cette zone se trouvent les gisements de Namoya, Kamituga et Lugushwa dans le Mésoproterozoïque (Domaine ouest de la chaîne Karagwe-Ankole), et Twangiza dans le Néoproterozoïque (figure 1). Deux à trois épisodes de minéralisation en veines (Brinckmann, et al., 2001, Wesson, 2019) ont affectés ces terrains, donnant des textures diverses dont des brèches hydrothermales, des stockwerks et des veines montrant une recristallisation du quartz. Ceci impliquant une métallogénèse polyphasée. Ces textures minéralogiques polyphasées et leur lien avec les encaissants Méso-Néoproterozoïque restent non expliqués (Wesson, 2019). C'est sur ce problème que ce travail est articulé. La caractérisation des contrôles lithostructuraux dans la mise en place de ces textures, des altérations associées, et leur distribution spatiale relative par rapport aux formations du Kivu qui les encaissent, pourra aider à comprendre la distribution des corps minéralisés dans la TNGB, et faciliter la compréhension de la lithostratigraphie régionale du Karagwe-Ankole Belt (Villeneuve et al., 2019).

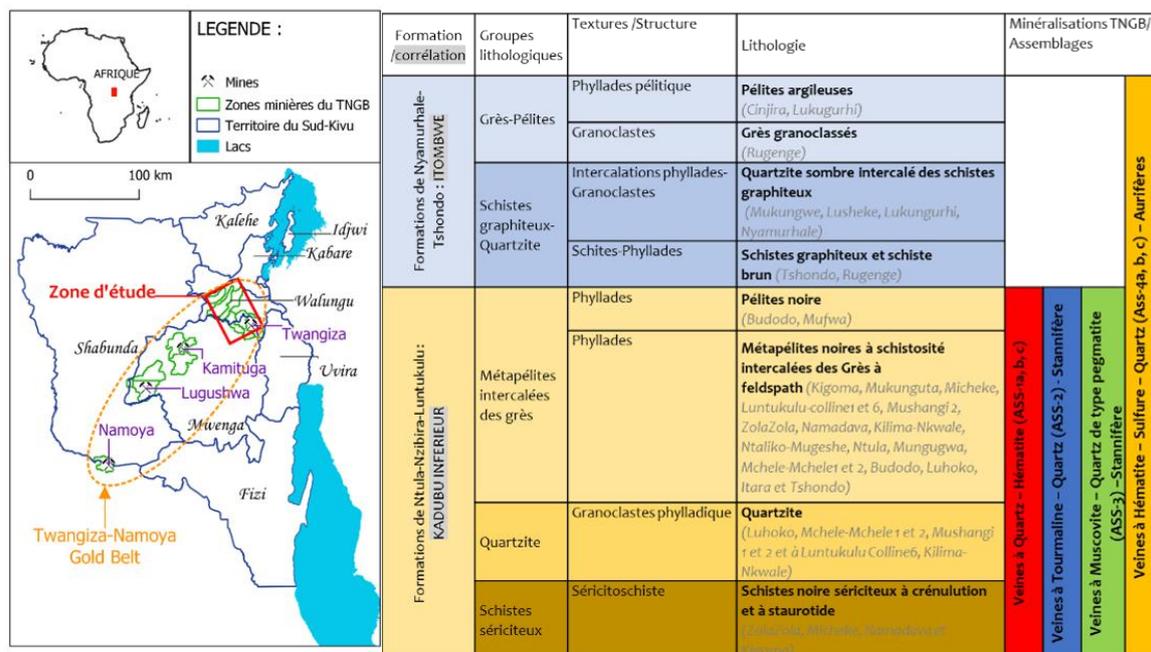


Figure 1 : A gauche, localisation de la zone d'étude dans le TNGB. A droite, lithostratigraphie et minéralisations du TNGB

L'étude de terrain a porté sur 27 sites d'exploitation dans 3 Zones (Ntula-Lusheke, Nzibira-Luntukulu et Nyamurhale-Tshondo) de l'espace des permis de la société Twangiza



Mining (dans les chefferies de Ngweshe, Luwindja et Burhinyi). Les résultats d'analyse des données récoltées ont permis de caractériser les altérations hydrothermales, les paragenèses, la géométrie des veines du TNGB et la lithostratigraphie des encaissants. Un total de 30 échantillons représentatifs des filons, des stockwerks et des auréoles d'altération pervasive ont été analysés par ICP-AES et ICP-MS pour déterminer les signatures métallogéniques des textures du TNGB.

Deux flux de minéralisation ont été décrit dans ces terrains, constitués de 4 assemblages minéralogiques distinct par leur paragenèses minérales et leur lithogéochimie (figure 2).

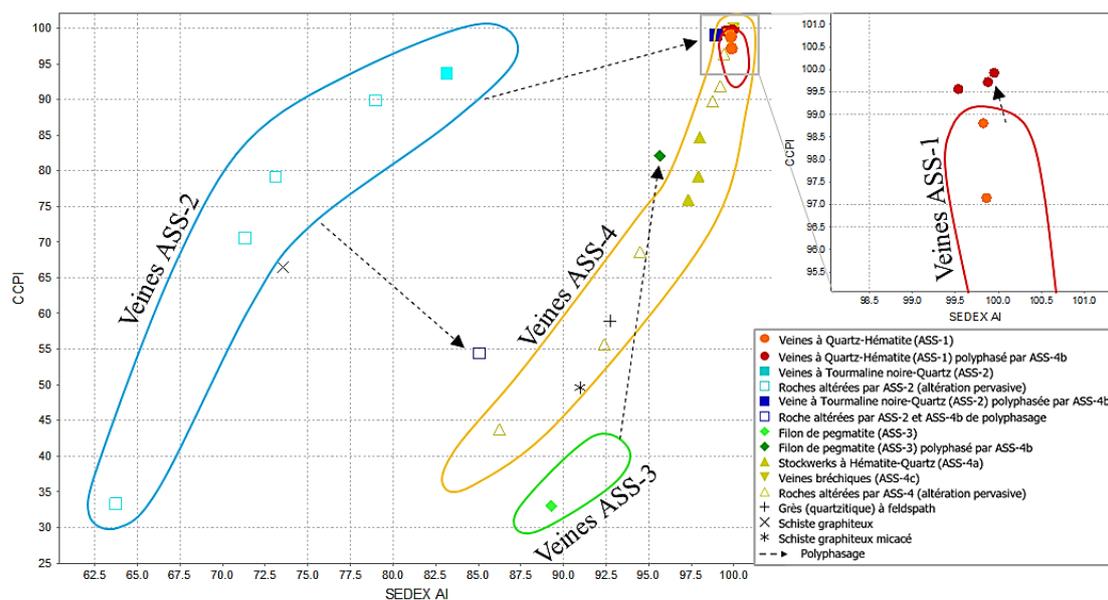


Figure 2 : Caractérisation lithogéochimique des différents assemblages dans le Diagramme Chlorite Carbonate Pyrite Index (Bruce 2007) versus le SEDEX Alteration Index (Large et McGoldrick 1998),

Le flux 1, relativement ancien (figure 3A), porte 3 assemblages (ASS-1, ASS-2 et ASS-3) à Quartz+Tourmaline+Cassitérite+Fer+Muscovite (avec ou sans chalcoppyrite) a affecté les formations Mésoprotérozoïque (Nzibira-Luntukulu) mais pas celles du Néoprotérozoïque. Les minéralisations se présentent sous forme de filons orientés NW-SE, et en remplissage d'interstrates plissés avec l'encaissant. Elles sont accompagnées d'une silicification (figure 3B), une tourmalinisation (figure 3C) et une séricitisation omniprésente. Ce groupe correspond avec le groupe 2 mis en évidence dans le TNGB du Sud Kivu par Wesson (2019) et dans le Nord-Ouest du Burundi par Brinckmann et al. (2001). Ce groupe est aussi, par endroit, associé à des filons de pegmatite peralumineux de type S à muscovite (figure 3D), typique du groupe 1 de Wesson (2019), Ce flux induit un enrichissement de Na₂O, MgO, K₂O, W, Ta, Nb, Zn, Rb, Ba dans l'encaissant.

Le flux 2, plus jeune, à Fer+Sulfures+Quartz+Or, a affecté les terrains de Nyamurale-Tshondo (Néoprotérozoïque), mais aussi de Ntula-Lusheke. Il emprunte et/ou intercepte les filons des groupes anciens dans les terrains de Nzibira-Luntukulu, avec des textures drusique (figure 3E), typique du groupe 3 de Wesson (2019). Il est signalé comme le deuxième type de source d'or primaire au Nord-Ouest du Burundi par Brinckmann et al. (2001). Ce sont des filons de puissance allant de 1 cm à 1 m, des stockwerks (figure 3G) ou sous forme des brèches hydrothermales (figure 3H). Il est accompagné d'une silicification et une magnétitisation contrôlées par la perméabilité et la nature géochimique de l'encaissant, les plans des schistosités et les joints de stratifications (figure 4B). Ce flux induit un enrichissement de Fe₂O₃, S, MgO, K₂O, Na₂O, Co, Cu, Cr, Ni, Zn et Ba dans l'encaissant.

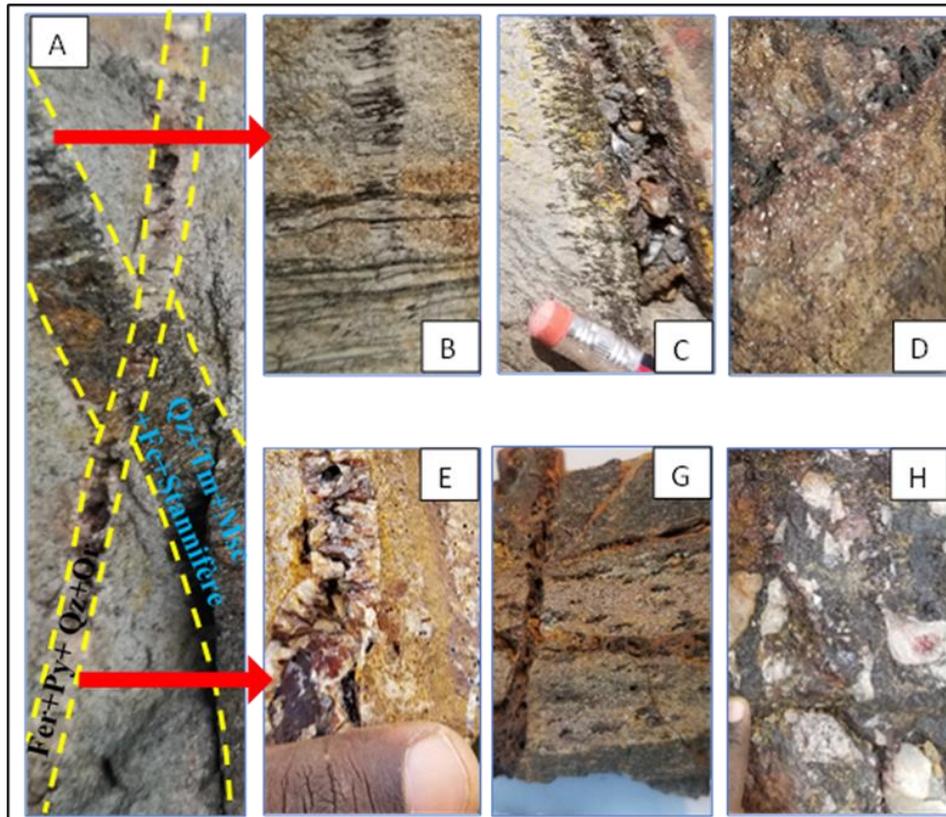


Figure 3 : Photographie des textures métallogéniques des veines du TNGB.

Régionalement, le flux 1 a affecté les terrains « anciens » de Nzibira-Luntukulu et Ntula-Lusheke seulement (Ouest de la zone d'étude), connue comme Mésoprotérozoïque et représenté de bas en haut, par les schistes sériciteux, les quartzites, et les métapélites intercalées des grès. Tandis que le flux 2 a affecté tous les terrains, dont la chaîne Néoprotérozoïque de l'Itombwe représenté de bas en haut par les schistes graphiteux, les quartzites, les grès et les pélites. Ce flux 2 conduit à des polyphasage dans le Mésoprotérozoïque.

Références :

- Brinckmann J., Lehmann B., Hein U., Höndorf A., Mussallam K., Weiser T., & Timm F., 2001. La géologie et la minéralisation primaire de l'Or de la Chaîne Kibarienne dans le Nord-Ouest du Burundi. Afrique orientale. Hannover: Geologisches Jahrbuch Reihe D Heft 10, 1958pp.
- Bruce J., 2007. Hydrothermal alteration associated with the Gosowong epithermal Au Ag deposit, Halmahera, Indonesia: mineralogy, geochemistry, and exploration implications. *Economic Geology* 102, 893-922.
- Büttner S., Wesson R., Glodny J., Wiedenbeck M., Chuwa G., Moloto T., & Gucsik A., 2016. Fluid sources in the Twangiza–Namoya Gold Belt (Democratic Republic of Congo): Evidence from tourmaline and fluid compositions, and from boron and Rb–Sr isotope systematics. *Precambrian Research* 280, 161–178.
- Large R., et McGoldrick P., 1998. Lithogeochemical halos and geochemical vectors to stratiform sediment hosted Zn-Pb-Ag deposits, Lady Loretta Deposit, Queensland. *Journal of Geochemical Exploration* 64, 37-56.
- Villeneuve, M., Gaertner, A., Kalikone, C., Wazi, N., Hofmann, M., Linnemann, U., 2019. U-Pb ages and provenance of detrital zircon from metasedimentary rocks of the Nya-Ngezie and Bugarama groups (D.R. Congo): A key for the evolution of the Mesoproterozoic Kibaran- Burundian Orogen in Central Africa. *Precambrian Research* 328, 81-98.
- Wesson, R. 2019. Fluid characteristics in hydrothermal veins of the Twangiza-Namoya Gold Belt, South Kivu and Maniema Provinces, DRC. Grahamstown: Rhodes University.



Approche méthodologique pour l'identification de contexte géologique favorable à la présence de minéralisation de coltan : Cas de la chaîne Karagwe Ankole (KAB)

NAHIMANA Louis^{1*}, TURIMUMAHORO Denis¹, KALIKONE Christian^{2,3}

1. Département des Sciences de la Terre, Université du Burundi, Bujumbura, Burundi.
 2. Centre de Recherche en Sciences Naturelles et de l'Environnement (CRSNE), Université du Burundi, Bujumbura, Burundi.
 3. Musée royal de l'Afrique centrale, Projet GeoRes4Dev, Tervuren, Belgique
- * Email : louis.nahimana@ub.edu.bi

Les travaux de cartographie géologique du Burundi, Rwanda et Est de la RDC ainsi que d'autres études locales détaillées dans les zones minéralisées en coltan ont permis de cadrer le contexte général de la mise en place de ces dernières.

Du point de vue stratigraphique, tectono-métamorphique et magmatique, les pegmatites minéralisées se rencontrent uniquement dans le domaine occidental du KAB. Il s'agit de filons injectés dans des métasédiments ayant recristallisé dans le faciès « amphibolite » du métamorphisme régional avec des micaschistes/phyllites présentant des assemblages à biotite et grenat, avec accessoirement de la staurolite, chloritoïde, disthène et sillimanite. Par ailleurs, les pegmatites minéralisées en coltan et cassitérite se situent généralement au voisinage de granites à muscovite seule (dits aussi leucogranites ou granites à étain) différents des granites à deux micas très abondants dans le domaine occidental du KAB. Elles sont considérées comme le résultat de la cristallisation de liquide résiduel riche en éléments lithophiles qui ne s'accommodent pas avec les minéraux typiquement magmatiques.

Au niveau local, les études sur la géochimie de certains minéraux des pegmatites comme la muscovite et le feldspath-K indiquent un fractionnement des éléments dans le sens de l'enrichissement et l'appauvrissement en fonction de la distance par rapport au leucogranite parental.

La méthodologie de la recherche des zones à potentialité minérale devrait mettre à profit ces connaissances. En effet, s'il faut identifier des pegmatites minéralisées en coltan dans une région géologiquement peu connue, il faut faire une reconnaissance cartographique et cadrer le contexte géologique. Si on arrive à identifier des pegmatites dans des terrains à métamorphisme régional moyen, il y a lieu de poursuivre les recherches. Si on traverse des massifs intrusifs ou pointements de leucogranites, la probabilité d'identification des pegmatites minéralisées dans les métasédiments encaissants augmente.

Au lieu de procéder à une prospection par creusement de tranchées, prélèvement d'échantillons et analyse du concentré, il est plus judicieux de faire au préalable une étude géochimique des éléments en trace dans les micas blancs et voir si leur composition se situe dans la zone considérée comme fertile ou stérile. En effet, des diagrammes discriminant des pegmatites stériles et fertiles sont proposés à partir des données issues du KAB et d'autres régions à minéralisations en coltan. Sur les pegmatites considérées comme fertiles, on peut passer par la suite à l'étape de déterminations des réserves par puits, tranchées et forages.

Une telle approche permet d'évoluer dans les recherches avec plus de confiance car le cadre est plus logique. Par ailleurs, elle permettrait de gagner du temps et de l'argent en évitant des tâtonnements.



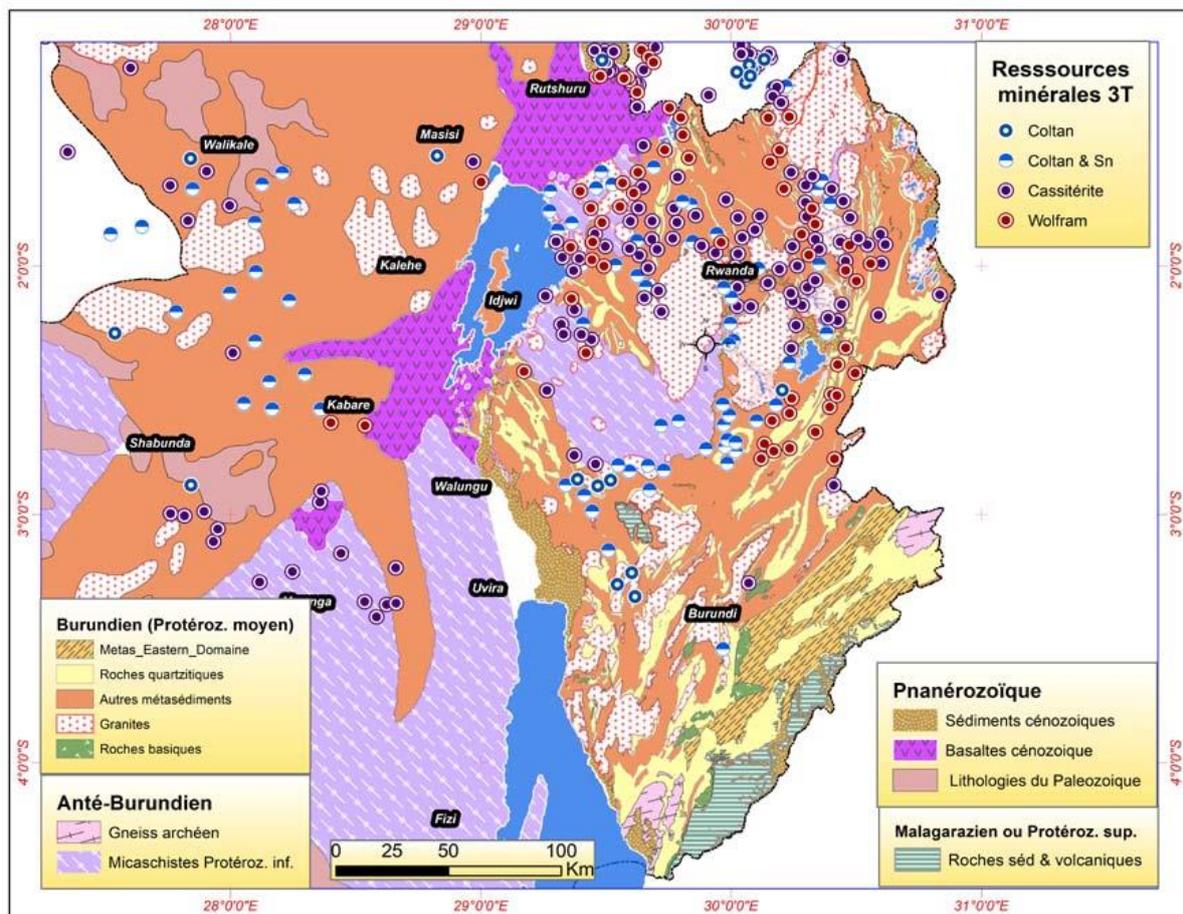
Cependant, il s'agit d'une proposition d'approche qui doit être rediscutée entre chercheurs et professionnels de la prospection des minéralisations en 3T.

Références

Denis Turimumahoro, Niels Hulsbosch, Louis Nahimana et Philippe Muchez, 2020. Géochimie des muscovites comme indicateur du fractionnement des pegmatites de la région de Kabarore-Mparamirundi (nord-ouest du Burundi, Afrique centrale). *Geologica Belgica* 23(1-2),53

Christian Kalikone, Anouk Borst. Louis Nahimana, Charles Nzolang, Gérard Nimpagaritse, 2023. Pegmatite zonation and the use of muscovite as a geochemical indicator for tin-tantalum-tungsten mineralization: Case studies from the Kalehe and Idjwi areas, Democratic Republic of Congo. *Journal of African Earth Sciences* 207(1-4), 105067

Figure : Carte des sites d'exploitation de coltan, cassitérite et wolfram au Rwanda, Burundi et dans la région du Kivu (RDC)





Teneurs en Eléments Traces Métalliques dans les terrains superficiels de la ville de Lubumbashi : Apports de l'exploitation minière et l'héritage géologique

NDABEREYE Divine^{1,2*}, DE PUTTER Thierry², MEES Florias², Mukalay Jo¹, KIPATA Louis¹

1. Université de Lubumbashi, République démocratique du Congo
 2. Musée royal de l'Afrique centrale, Projet GeoRes4Dev, Tervuren, Belgique
- * Email : divinendabereye2015@gmail.com

La Ceinture Cuprifère d'Afrique Centrale (CCAC) est complexe et porteuse des gisements stratiformes de cuivre, variablement associé au cobalt, à l'uranium, ainsi que des gisements Zn-Pb-(Cu) et Cu-(Au)-(Ag) de type filonien. Ces occurrences métallifères ont fait l'objet de plusieurs études géologiques depuis le siècle dernier jusqu'à actuel (Cahen, 1954 ; François, 1974 ; Cailteux, 1973 ; Lefebvre, 1975 ; Kipata et al., 2013 ; De Putter et al., 2010 ; Muchez et al., 2015, Cailteux et al 2019, etc.). Les minéralisations stratiformes de Cu et Co sont contenues dans le Roan, essentiellement à la base du Sous-groupe des Mines (R2), tandis que celles filoniennes, notamment de Cu- Pb – (Ag)-Zn, sont localisées dans les roches dolomitiques du Nguba à l'instar du gisement de Kipushi ; et dans les roches gréseuses du Kundelungu à l'exemple du gisement de Dikulushi (Figure1).

La ville de Lubumbashi, notre site d'étude est compris entre les méridiens 27°10' et 27°40' de longitude Est, et les parallèles 11°20' et 12° de latitude Sud. Elle se trouve dans la partie méridionale de la RDC. C'est une agglomération à vocation minière depuis plusieurs décennies, avec dans sa partie Est, les mines de l'Etoile, de Ruashi et de Luiswishi, sa partie occidentale étant dominée par les usines et tailings de la GCM et STL, sans compter le transport routier des minerais cupro-cobaltifères et plombo-zincifère qui viennent des environs, notamment Kipushi et Luisha.

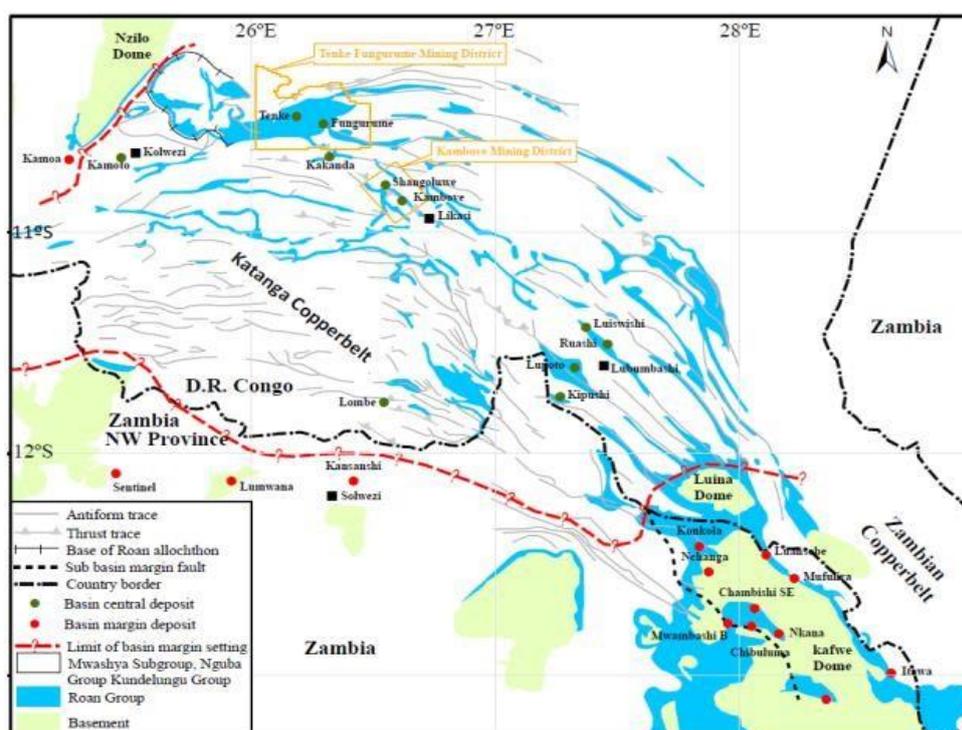




Figure 1 : Carte géologique régionale de l'arc cuprifère katangais (Muechez et al., 2015)

Plusieurs auteurs ont entrepris d'étudier la fraction sol de Lubumbashi dans sa partie technosols, leurs résultats démontrent sans doute des concentrations élevées en ETM (Cu, Co, Pb, Zn, Cd, et V), largement supérieures aux normes OMS, françaises et canadiennes (De Putter et al. 2010 ; Mees et al., 2013 ; Shutcha et al., 2019 ; Mulongo, 2023). La présente recherche est menée sur la partie sol à l'échelle du profil pédologique de 2 mètres de profondeur afin de caractériser la variation verticale et la mobilité des ETM de la surface vers les altérites profondes jusqu'à la roche mère. Pour y parvenir, nous procédons par la détermination, à l'échelle des profils pédologiques, des types d'altérites fixateurs de ces métaux et par les spéciations afin de déterminer l'expression minéralogique desdits ETM. Cela permettra enfin, compte tenu des espèces minérales observées, de proposer les pistes de remédiation des sols contaminés, qui tiennent compte des considérations chimico-minéralogiques.

Douze échantillons de sols, répartis sur 2 profils ont été récoltés et analysés au laboratoire de l'UCL, et les teneurs en éléments majeurs et traces ont été déterminés. Ces analyses montrent une évolution des teneurs qui diminue sensiblement avec la profondeur, à l'exception du cuivre, ce qui préfigurerait un éventuel apport ascendant des matériaux parentaux pour ce métal. Cette caractéristique est remarquable pour le Cu, Co, Zn telle qu'illustré à la figure 2.

Deux tendances s'observent : Pour la première, le Cu présente une concentration élevée dans les horizons supérieurs, qui diminue dans les horizons intermédiaires avec une augmentation vers les horizons profonds. Pour la seconde, nous remarquons que les Co, Pb et Zn montrent des concentrations élevées dans les horizons superficiels, avec une diminution sensible dans les horizons intermédiaires et profonds. Pour les Ni, Cr et V par contre, nous n'observons que de faibles teneurs, qui augmentent légèrement dans le deuxième horizon pour se stabiliser dans les horizons intermédiaires et profonds.

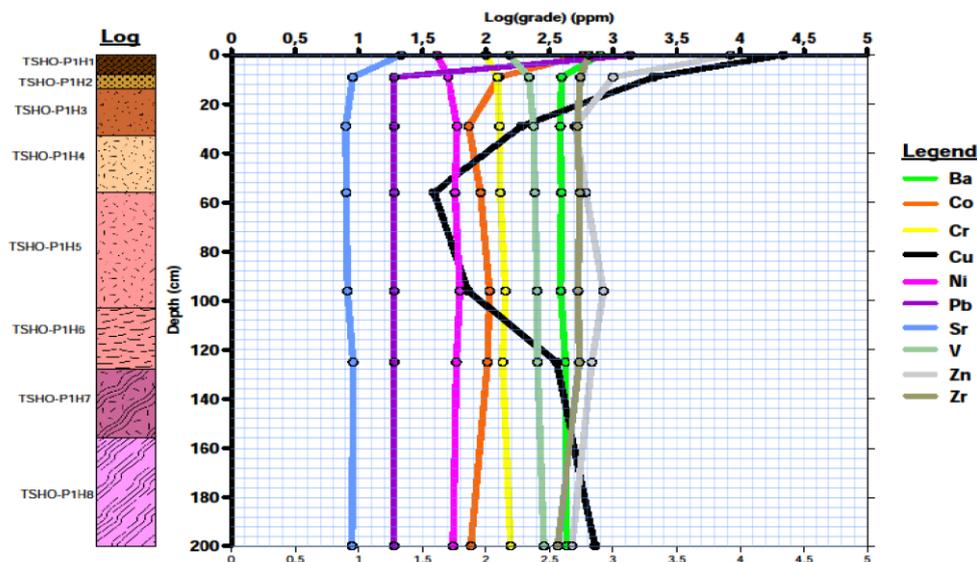


Figure 2 : Profil TSHO couplé à la variation des ETM de la surface vers la profondeur

Pour la prochaine étape, nous envisageons de faire des observations au microscope, afin d'une part, de vérifier les espèces minéralogiques disponibles dans les sols (spéciations), d'autre part pour la meilleure compréhension des sensibilités environnementaux.

Références



- Cahen, L., 1954. Géologie du Congo Belge, Liège
- François, A., 1974. Stratigraphie, tectonique et minéralisation dans l'arc cuprifère du Shaba, Annales de la Société Géologique de Belgique. Centenaire de la Société Géologique de Belgique, Liège, pp. 79-101.
- Cailteux, J.H., De putter, T., 2019. The Néoprotérozoïque Katanga Supergroup (DRC): state of the art and revisions of the lithostratigraphy, sedimentary basin and geodynamic evolution. *Journal of African Earth Sciences* 150, 522–531
- De Putter, T., Mees, F., Decrée, S., Dewaele, S., 2010. Malachite, an indicator of major Pliocene Cu remobilization in a karstic environment (Katanga, Democratic Republic of Congo). *Ore Geology Reviews* 38(1–2), 90-100.
- Kipata, M.L., Delvaux, D., Sebagenzi, M.N., Cailteux, J.-J. and Sintubin M. (2013). Brittle tectonic and stress field evolution in the Pan-African Lufilian arc and its foreland (Katanga, DRC): from orogenic compression to extensional collapse, transpressional inversion and transition to rifting. *Geologica Belgica* 16(1-2), 1-17.
- Lefebvre, J.J., 1974. Minéralisations cupro-cobaltifères associées aux horizons pyroclastiques situés dans le faisceau supérieur de la série de Roan, à Shituru, Shaba, Zaïre. Annales de la Société Géologique de Belgique. Centenaire de la Société Géologique de Belgique, Liège, pp. 103-122.
- Mees, F., Masalehdani, M.N.N., De Putter, T., D'Hollander, C., Van Biezen, E., Mujinya, B.B., Potdevin, J.L., Van Ranst, E., 2013. Concentrations and forms of heavy metals around two ore processing sites in Katanga, Democratic Republic of Congo. *Journal of African Earth Sciences* 77, 22-30.
- Muchez, P., Andre-Mayer, P., 2015. Diagenetic origin of the stratiform Cu-Co deposit at Kamoto in the central African Copperbelt. *Miner. Deposita* 50, 437–447.
- Mulongo, S., 2023. Etude géochimique des sols de la Ville de Lubumbashi aspects socio-environnementaux. Université de Lubumbashi
- Shutchu, M., Mukobo, R., 2019. Fond pédogéochimique et cartographie des pollutions des sols à Lubumbashi. HAL Open Science.



Comment le système pisolitique dégrade le manganèse d'origine supergène du gisement de Moanda au Gabon

NDONGO Alexis, LIGNA Cedric^{1*}, DEKONINCK Augustin², KIRISMAE Kalle³, SATO Tomohiko⁴, SAWAKI Yusuke⁵, MOUSSAVOU Mathieu¹

1. Université de Masuku, Franceville, Gabon
2. Université Libre de Bruxelles, Bruxelles, Belgique
3. University of Tartu, Tartu, Estonie
4. Okayama University of Science, Okayama, Japon
5. University of Tokyo, Tokyo, Japon

* Email : alexis.ndongo@gmail.com

Le gisement de manganèse de Moanda, situé dans le Sud-Est du Gabon contient du minerai d'origine supergène datant du Cénozoïque et qui recouvre les ampélites manganésifères d'âge Paléoproterozoïque Francevillien B. Le profil de manganocrète à Moanda se compose des horizons massifs, à plaquettes, à pisolites et humifère. L'horizon à pisolites est constitué de concrétions riches en alumine et en fer et pauvres en manganèse.

Cette étude vise à comprendre le cycle d'évolution des concrétions pisolitiques au cours de l'enrichissement supergène sur le plateau de Bangombe. Nos résultats montrent que les concrétions pisolitiques sont principalement des sphérulites, des pisolites et des oolites que l'on trouve respectivement dans les horizons de transition, à pisolite et dans le sol.

Les sphérulites présentent de larges noyaux de cryptomélane, recouverts par une fine couche de gibbsite et de goethite. Les pisolites elles-mêmes sont formées de noyaux de cryptomélane recouverts de couches concentriques de gibbsite, goethite. Les oolites ont une organisation similaire à celle des pisolites avec des noyaux de cryptomélane qui disparaissent au fur et à mesure que la taille des concrétions diminue. L'évolution géochimique révèle une diminution de la teneur en Mn vers le haut du profil, tandis que les teneurs en Fe, Al, Si et Zr sont relativement élevées.

L'étude démontre comment le système pisolitique du plateau de Bangombe détruit l'oxyde de Mn précédemment formé dans la partie inférieure du profil, au niveau des horizons massifs et à plaquettes.

Référence

Weber, F., 1969. Une série précambrienne du Gabon : le Francevillien ; Sédimentologie, géochimie, relations avec les gîtes minéraux associés. Thèse Faculté des Sciences de Strasbourg, France 367p.



Contribution à l'étude lithogéochimique et environnementale des terrains situés vers le Sud-Ouest de la rivière Shasha, territoire de Massi, Province du Nord-Kivu en République Démocratique du Congo : Approche géochimique pour évaluer l'influence de la variation climatique sur la géologie du milieu

NGAKANI Crispin*

Congo Vision Afrique Central et Editconseil Africa, Bukavu, République démocratique du Congo

* Email: cngakani01@gmail.com

Ce travail est lié à l'aspect lithogéochimique et environnemental des terrains situés vers le Sud-Ouest de la rivière Shasha dans le territoire de Masisi en RD Congo, a été fait en 2021 et fait suite à des interrogations rapportées à l'existence d'éventuel minéralisation dans ledit milieu par rapport à ses environs directs dont les minéralisations ont déjà été signalés notamment grâce à l'artisanat minier. Des considérations géographique et climatiques montrent que le milieu se situe dans un contexte à climat tropical et climat des montagnes influencé par l'altitude et une température moyenne mensuelle variant de 16° à 21°C dont les manifestations sont observées sur le sol et la végétation. Sur un sol argilo-sableux pousse une savane herbeuse dont les activités anthropiques sont considérablement modifiées. La géologie du milieu est pareille à celle du Kivu liée à l'histoire et l'évolution de la plaque africaine et est constitué des formations métamorphiques attribuées au précambrien et recoupées par une intrusion granitique post-orogénique. Les travaux des levés des terrains effectués en 2021, se sont fait suivant les itinéraires et les échantillons dument sélectionnés ont été analysé par spectrométrie. Les analyses statistiques ont montré que les éléments chimiques comme le Baryum (Ba), l'Antimoine (Sb), Strontium (Sr), Cadmium (Cd), Argent (Ag), Palladium (Pd), Sélénium (Se), Mercure (Hg), Etain (Sn), Or (Au), Wolfram (W), Cobalt (Co) et Manganèse (Mn) ont des moyennes des teneurs largement supérieures suite à un climat tropical abondant et ils constituent une anomalie géochimique positive dans le milieu.



Etudes lithologiques et structurales comparatives des grottes de Nkiesa et Ndundu (RDC)

NGALA Nadège^{1,3,4*}, BAZEBIZONZA Nicy^{2,3}, ARFAOUI Imen^{3,5}, LAHOGUE Pascale³, NKODIA Hardy^{2,3}, LUTETE Junior^{3,4}, KANDA Valentin^{1,4}, KAKULE Roland^{1,4}

1. Centre de Recherches Géologiques et Minière, République démocratique du Congo
 2. Université Marien Ngouabi, République du Congo
 3. Musée royal de l'Afrique centrale, Projet GeoRes4Dev, Tervuren, Belgique
 4. Université de Kinshasa, République démocratique du Congo
 5. Université de Liège, Belgique
- * Email: nadegengala@gmail.com

La République Démocratique du Congo comprend plusieurs grandes régions karstiques très peu étudiées. Cette étude porte sur deux réseaux karstiques situés au Kongo Central, dans les roches carbonatées néoprotérozoïques situées au sud de la ville de Mbanza-Ngungu.

Le karst de cette région, comme partout en RDC, est peu connu, quoique quelques grottes aient été topographiées et même fait l'objet de recherches archéologiques et biologiques. La grotte de Nkiesa, l'un des objets de cette étude n'avaient jamais été décrites, ni même signalées dans la bibliographie tandis que Ndundu a été signalée et décrite sommairement. Elles ont été sélectionnées, suite à une exploration systématique de la zone, sur base de leur accessibilité, leur similitudes apparentes et de leur réseau actif. Ndundu et Nkiesa sont deux réseaux avec un système de perte et de résurgence distants de 7 km. L'entrée de Ndundu se situe à une altitude de 645 m soit au-dessus de celle de Nkiesa qui se situe à 506 m.

Pour ce travail, nous avons topographié les cavités puis repéré, identifié et réalisé les mesures des structures tectoniques. Les topographies ont montré que la grotte Nkiesa se développe suivant la direction principale NW-SE. La grotte Ndundu est, elle, grossièrement orientée N-S mais avec des variations dans l'orientation des segments de galeries. Les structures tectoniques rencontrées dans ces deux grottes sont essentiellement cassantes. Elles contrôlent dans les grottes, outre le développement des galeries, le positionnement des concrétions. L'analyse stéréographique et statistique a permis d'identifier deux grands systèmes de fractures dans chacune des grottes. Dans les 2 grottes existent des fractures subverticales décrochantes orientées préférentiellement NW-SE et NE-SW avec des pendages variants entre 75 et 90°. Les directions principales de développement des cavités ainsi que celles de la fracturation sont en accord avec les structures régionales datant probablement du Panafricain 650Ma.

Du point de vue géologique, les cavités se sont développées dans les formations Schisto-calcaire néoprotérozoïque qui sont subdivisées en quatre unités : l'unité du Kwilu (CI), la Lukunga (CII), le Bangu (CIII) et la Ngandu (CIV). L'étude lithostratigraphique réalisée dans les deux grottes montre une succession de bancs décimétriques à métriques de carbonates dolomitiques, présentant des variations de couleurs (gris-gris-sombre), qui font partie de l'unité Lukunga (sous-unité C4b). On observe dans les deux cavités des dépôts de lave torrentielle (brèchiques) similaires, dont l'étude en cours pourrait nous apporter plus d'information sur l'évolution des deux grottes.



Grotte de Ndundu, galerie développée dans l'axe d'une fracture bien marquée dans le plafond. Photo : P. Lahogue © MRAC



Caractérisation et application de l'argile de Moukosso (République du Congo) dans l'élimination des ions Pb²⁺

NGORO-ELENGA Ferland^{1,2,3*}, MWA NGO Ottard Arnaud Ossiby³, ELENGA Hilaire²,
MOUTOU Joseph-Marie^{3,4}

1. Université Marien Ngouabi, Fac. Sciences et Techniques, Groupe de Recherches sur les Propriétés Physico-chimiques et Minéralogiques des Matériaux, Brazzaville, République du Congo
 2. Centre de Recherches Géologiques et Minières, Brazzaville, Congo
 3. Université Marien Ngouabi, Fac. Sciences et Techniques, Laboratoire de Chimie Minérale et Appliquée Brazzaville, République du Congo
 4. Ecole Normale supérieure, Université Marien Ngouabi, Brazzaville, République du Congo
- * Email: ferland.ngoro-elenga@umng.cg

Dans cette étude, les auteurs ont caractérisé l'argile naturelle et organo-modifiée par le diméthylsulfoxyde (DMSO) par la diffraction des rayons X et par spectroscopie infrarouge. L'analyse minéralogique a révélé la présence de la muscovite (29,7%), de la kaolinite (8,9%), de l'anatase (2,4%) et du quartz (58,9%) dans le matériau brut. La caractérisation par infrarouge a confirmé l'intercalation du DMSO par la présence des bandes de vibration à 1008 cm⁻¹ et 1070 cm⁻¹.

Une élimination rapide des ions Pb²⁺ a été observée entre 5 et 15 minutes du temps d'agitation dans les cas de l'argile naturelle et de l'argile organo-modifiée. La modélisation des isothermes par les modèles de Langmuir et Freundlich a montré que celles-ci sont de type S avec une quantité d'adsorption maximale de 22,471 mg/g pour la fraction fine et 41,493 mg/g pour l'argile intercalée avec le DMSO. Le modèle de Langmuir reproduit au mieux les données expérimentales de cette étude.



Couloirs de minéralisations transfrontalières, potentiels corridors de développement dans la région des Grands Lacs

NIMPAGARITSE Gérard*

Musée royal de l'Afrique centrale, Projet GeoRes4Dev, Tervuren, Belgique

* Email : gerard.nimpagaritse@africamuseum.be

Sur base des observations de terrain en rapport avec le contexte géologique des ressources minérales métalliques connues dans la région des Grands Lacs, il apparaît qu'elles sont incluses dans des couloirs de minéralisations transfrontalières susceptibles de servir aussi de potentiels corridors de développement.

L'un de ces corridors, s'étendant depuis Manono en RDC jusqu'au nord-ouest de la Tanzanie et au sud-ouest de l'Ouganda en passant par le Maniema, le Kivu et le Burundi et le Rwanda, comprend principalement l'étain, le columbo-tantale, le tungstène, le lithium et l'or, des éléments incompatibles avec les structures cristallographiques des minéraux caractérisant les roches intrusives qui cristallisent lors des premières étapes de cristallisation fractionnée d'un liquide magmatique felsique.

Des prospections alluviales ont en effet donné des teneurs payantes dans des rivières coulant sur une grande partie de leurs cours dans de grands éboulis granito-pegmatitiques, à partir des crêtes quartzitiques discontinues bordant des massifs granitiques au cœur de dômes anticlinoriaux, séparés par des bassins synclinoriaux constitués de divers horizons de métasédiments quartzo-phyllitiques, dans lesquels ont été injectés des pegmatites, des poches de greizens ou des veines de quartz, réparties dans des zones parallèles aux limites avec les métasédiments intrudés ou suivant leurs plans de schistosité.

Ces nombreuses crêtes quartzitiques discontinues, probablement à l'origine du nom de "Milles Collines" donné à la région, sont des expressions dans le relief des structures géologiques et tectoniques, des plis droits ou plongeant, vers le cœur desquelles les solutions hydrothermales de fin de différenciation magmatique sont susceptibles de remonter avec leurs charges (Sn, Nb-Ta, W, Li, Au). Profitant des failles à l'origine de cette discontinuité des bordures quartzitiques, ces solutions hydrothermales vont s'injecter au-delà du contact granites-métasédiments et y cristalliser des pegmatites et veines de quartz minéralisés.

Une zonation texturale et minéralogique caractérise ces intrusions granito-pegmatitiques au cœur d'une succession de dômes anticlinoriaux : une granulométrie relativement fine avec présence de biotite, tourmaline noire et un excès de feldspath potassique à l'intérieur, évoluant progressivement vers une bordure à texture porphyrique, disparition de la biotite, remplacement de l'albite par du feldspath potassique, présence de coloration plus vert-bleuâtre pour les tourmaline et micas.

Parallèlement à cette zonation compositionnelle et texturale, il existe une zonation en minéraux métalliques, avec l'Étain, Columbo-Tantale non loin de la limite du granite avec les métasédiments intrudés, tandis que le Lithium et le Tungstène (W) ont la particularité de pouvoir circuler jusqu'à assez loin de la source granito-pegmatitique, le premier lorsque il y a parallèlement un enrichissement en phosphate pour cristalliser de l'Amblygonite et le second lorsqu'il heurte une barrière redox, connue pour être des métasédiments phyllitiques riches en graphite, et que cristallise la Wolframite.

L'or est quant à lui associé à un enrichissement en Soufre dans le liquide résiduel. Il se combinant avec le fer pour cristalliser des Pyrites qui apparaissent plus en pseudomorphes



goethitiques, suite à une altération libérant en même temps l'or de son accompagnateur arsenic inclus dans leur réseau cristallographique.

Les minéralisations de tous ces gisements se présentent sous forme de poches ou filons irréguliers et discontinus, ce qui peut rendre très difficile leur évaluation, une trop grande prudence les privant de toute chance d'exploitation et un trop grand optimisme étant tel que les immobilisations à octroyer pour leur développement seront importantes.

Un autre couloir de minéralisation transfrontalière est celui de l'axe Moba (RDC) - Kapalagulu (Tanzanie) - Musongati (Burundi) - Kabanga (Tanzanie), comprenant des éléments tels que le Nickel (Ni), le Cobalt, le Vanadium et les éléments du Groupe du Platine, compatibles eux avec les structures cristallographiques des minéraux caractérisant les roches intrusives du groupe des dunite, péridotite, pyroxénite, norite et anorthosite, qui cristallisent à partir d'un liquide magmatique ultrabasique à basique.

Même s'il peut y avoir des zones où elles peuvent encore affleurer à l'état frais, ces roches se désagrègent facilement suivant un profil latéritique typique avec de bas vers le haut la roche mère mafique / ultramafique, des horizons de saprolite, de cuirasse et de sol, avec enrichissement au niveau de l'horizon saprolitique du nickel libéré du réseau des cristaux d'olivine lors de la serpentinisation.

Un troisième corridor transfrontalier est celui des minéralisations en sulfures massifs de Cuivre, Plomb, Zinc et Fer, associées à des événements hydrothermaux volcanogènes, comme on en trouve s'étendant du NW du Burundi au SW du Rwanda, avec la caractéristique d'une présence de pseudomorphes goethitiques, suite à une altération de pyrites qui a libéré l'or de son accompagnateur arsenic inclus dans leur réseau cristallographique.

Un quatrième corridor transfrontalier est celui associé à des magmas sous-saturés en silice riches en carbonates, ayant cristallisé dans des zones orientées Nord-Sud des syénites foïdales, des carbonatites et des veines minéralisées en apatite, monazite et bastnaesite, tel qu'on en connaît depuis Gakara et Matongo au Burundi jusqu'à Lueshe-Bingo en RDC.



Evolution tectono-structurale et déformation cassante comparée dans le Supergroupe Ouest Congolien (avant-pays de la chaîne) et le Groupe de l'Inkisi de part et d'autre du fleuve Congo, République du Congo et République Démocratique du Congo

NKODIA Hardy Medry Dieu-Veil^{1,2*} BOUDZOUMOU Florent¹, MIYOUNA Timothée¹,
LAHOGUE Pascale², DELVAUX Damien²

1. Université Marien Ngouabi, Faculté des Sciences et Techniques, Brazzaville, République du Congo

2. Musée royal de l'Afrique centrale, Projet GeoRes4Dev, Tervuren, Belgique.

* Email : nkodiahardy@gmail.com

Les études tectoniques dans la région du bassin Congo sont anciennes et intègrent peu les traitements informatiques modernes. Cette étude vise à analyser les déformations et l'évolution tectonique tardive et post-panafricaine dans l'avant-pays de la chaîne Ouest-Congolienne et le Groupe de l'Inkisi, situés en République du Congo et en République Démocratique du Congo, ainsi que l'activité sismique dans le golfe de Guinée.

Les résultats obtenus à partir des mécanismes aux foyers sismiques révèlent que les séismes dans le golfe de Guinée sont influencés par deux régimes. D'une part, un régime de compression nord-sud le long de la marge continentale, et d'autre part, un régime de compression nord-est/sud-ouest à l'intérieur du continent. En utilisant ces régimes de compression de la marge continentale et de l'intérieur du continent, la direction de déplacement des systèmes de failles du Groupe de l'Inkisi, de la chaîne Ouest-Congolienne et du massif de Souanké a été calculée. L'analyse met en évidence que les failles décrochantes/normales avec des pendages élevés orientées nord-nord-ouest/sud-sud-est et nord-nord-est/sud-sud-est sont susceptibles d'être réactivées dans le régime de la marge, tandis que les chevauchements/failles normales orientés nord-ouest/sud-est et nord-est/sud-ouest sont les plus réactivables dans le régime continental.

Bien que le Groupe de l'Inkisi et l'avant-pays de la chaîne présentent des styles tectoniques similaires, ils ont des origines tectoniques différentes. Le Groupe de l'Inkisi a subi des phases progressives de déformation causées par des failles qui ont évolué en décrochements. La première phase (D1), associée à une compression nord-ouest/sud-est, correspond à deux événements géodynamiques : l'orogénèse gondwanienne au Permo-Trias et la compression intraplaque à la fin du Crétacé au Santonien. La deuxième phase (D2), caractérisée par une compression est-nord-est/ouest-sud-ouest, est liée à la propagation des contraintes compressives intraplaques résultant de l'ouverture de l'océan Atlantique à l'Oligocène. Enfin, la troisième phase (D3), correspondant à une compression nord-sud, est associée à des contraintes intraplaques dues à l'activité sismique dans le golfe de Guinée.

Par ailleurs, l'avant-pays de la chaîne présente une structure plissée en chevauchements résultant de quatre phases de déformation. La première phase, caractérisée par une compression est-nord-est/ouest-sud-ouest, a donné naissance à la chaîne et à son avant-pays. On y observe des chevauchements et des zones de cisaillement ductiles-cassantes. Cette phase est le résultat de la collision entre les blocs cratoniques de São Francisco et du Congo. Quant aux deuxième, troisième et quatrième phase, elles sont marquées par des déformations cassantes décrochantes provenant des mêmes événements tectoniques décrits respectivement dans les phases D1, D2 et D3 du Groupe de l'Inkisi et du champ de contraintes sismiques actuel.



Spatial analysis of urban sprawl measurement: evolution of land use/land occupation patterns in the Bukavu in the face of flood risks and associated hydrologic hazards (DR Congo)

NSHOKANO MWEZE Jean-Robert*

Centre de Recherche en Géologie Minière (CRGM), République démocratique du Congo et
Université Paris 8, France

* Email: nshokano@gmail.com

Located in the eastern part of DR Congo and in the western branch of the Great Eastern African Rift, Bukavu is close to the Lake Kivu and Ruzizi River where many natural hazards such as earthquake, landslides, and flood risks occur and have effects on people activities. The population density (13 500 Inhabitants /km or 338 times the country density) and the socioeconomic level are among the factors that influence the land use patterns. In addition to demographic issue, there is local or regional climate disturbance which increase the impact of flood risk and associated hydrologic hazards in Bukavu.

The combination of flood risks zones and social factors is crucial to the major risks that people encounter in some neighborhoods of Bukavu (cfr Figure 1). Measuring the urban sprawl of Bukavu city is developed through double analysis approach: on one hand, the first approach seeks to understand the evolution of urban area and the patterns of land use in the face of flood risks and associated hydrologic hazards, and on the other hand, the second approach envisions to scrutinize the nexus between urban planning and the state of the current urban fabric.

In this work, we used a method based on manual photo-interpretation approach and field observations.

This study brings evidences analyses based on 3 aspects:

- -Bukavu expansion, without actualization of colonial urban planning makes the urbanization uncontrolled;
- -The urban sprawl in flood risk zone space of Bukavu weakens the physical, technical and functional factors which intensify the population vulnerability facing flood risks and associated hydrologic hazards;
- -Unplanned urbanization is a catalyst for precarious and informal housing conditions.

Références

- Biau D. et ONU-HABITAT, 2010, Les enjeux de l'urbanisation en Afrique Remarques introductives, Troisième Conférence Ministérielle Africaine sur le Logement et le Développement Durable : 22-24 Novembre, BAMAKO /MALI, <http://mirror.unhabitat.org/downloads/docs/BiauSpeechFrench.pdf>.
- Berry-Chikhaoui I., 2009. Les notions de citadinité et d'urbanité dans l'analyse des villes du Monde arabe, Les Cahiers d'EMAM 18 URL : <http://journals.openedition.org/emam/175> ; DOI : 10.4000/emam.175
- Dubois-Maury J., 2002. Les risques naturels en France, entre réglementation spatiale et solidarité de l'indemnisation, Annales de Géographie 111(627/628), 637-651.



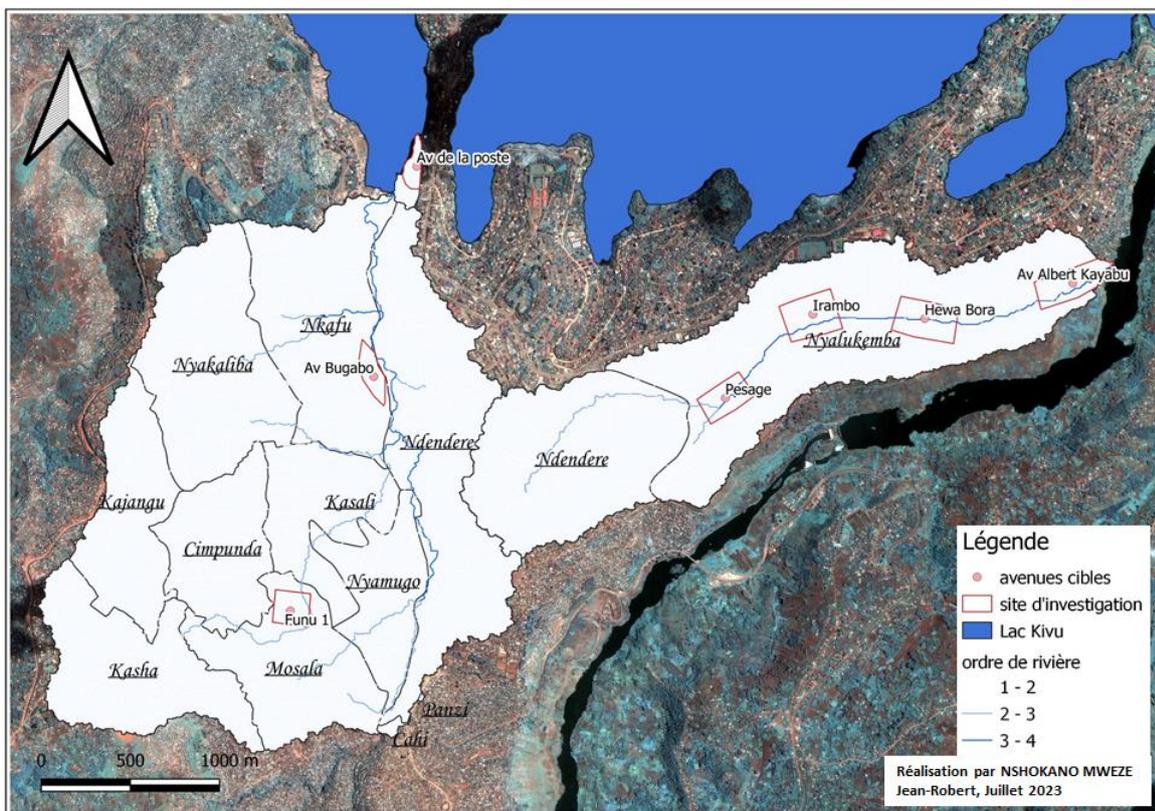
Michellier C., 2017. Contribuer à la prévention des risques d'origine géologique : L'évaluation de la vulnérabilité des populations dans un contexte de rareté de données. Le cas de Goma et Bukavu (RD Congo), Thèse en Sciences à l'Université Libre de Bruxelles et Musée de Tervuren.

Ndyanabo S., Vandecasteele I., Moeyersons J., Ozer A., Ozer P., Kalegamire T., Bahati J., 2010. Développement de la ville de Bukavu et cartographie des vulnérabilités, R.D. Congo, Annales des Sciences Appliquées. U.O.B. Vol. 2.

Robert, S., 2016. Entre étalement et densification : une approche fine de l'urbanisation littorale sur la Côte bleue, Provence. *Cybergeo*. DOI: 10.4000/cybergeo.27451

Robert, S., et Autran, J., 2012. Décrire à grande échelle l'occupation des sols urbains par photo-interprétation. Réflexion méthodologique et expérimentation en Provence, *Sud-Ouest européen*, 33 | 25-40. <https://journals.openedition.org/soe/193>

Figure 1: Investigated area of study in the Kahwa Catchment and the Mukukwe Catchment





Etude morphologique et minéralogique des profils d'altération du secteur de Dimonika (Mayombe, Congo)

NZILA Jean de Dieu^{1*}, TSIAMPOU ANGA Laplénitude Geldina¹, WATHA-NDOUDY Noël, NGUELET-MOUKAHA Isidore³, BOUDZOU MOU Florent²

1. Université Marien Ngouabi, Ecole Normale Supérieure, Brazzaville, République du Congo
 2. Université Marien Ngouabi, Faculté des Sciences et Techniques, Brazzaville, Rép. du Congo
 3. Institut national de Recherche Forestière, Brazzaville, République du Congo
- * Email : jddnzila2@gmail.com

Le secteur de Dimonika fait l'objet d'une exploitation artisanale de l'or depuis le XX^e siècle. Cependant, aucune étude n'a encore été menée sur les sols exploités qui constituent des éluvions. L'objectif de cette étude était d'évaluer les caractères morphologiques, physicochimiques et la dispersion de l'or et de ses accompagnateurs dans les profils d'altération de ce secteur. Pour ce faire, une description morphologique de 17 fosses pédologiques réalisées suivant la toposéquence dans 5 sites a été faite. Les échantillons prélevés au niveau de ces fosses ont fait l'objet d'une analyse granulométrique ainsi que l'étude des minéraux de taille comprise entre 200µm et 2mm et de leur morphoscopie.

Les résultats obtenus montrent que le secteur de Dimonika présente deux types de sols : les sols ferrallitiques typiques et les sols peu évolués. Ces sols ont une texture sablo-argileuse et présentent un horizon graveleux qui présente une accumulation des minéraux lourds. L'étude minéralogique a permis d'identifier quatorze (14) espèces minérales : l'or, l'hématite, l'ilménite, la limonite, le zircon, l'anatase, le wolframite, la galène, la rutile, la pyrite, la goethite, le quartz, la magnétite, la muscovite. Les teneurs en minéraux ferrifères sont les plus élevées dans les horizons graveleux, avec des teneurs de 11,02 à 20,53% pour l'hématite, de 3,15 à 15,23% pour la goethite, de 0,79 et 4,92% pour la pyrite et de 0,07 à 1,48 pour la limonite. Les autres minéraux ont des teneurs qui varient souvent en fonction de la situation topographique. La morphoscopie des grains de quartz indiquent qu'ils n'ont pas subi un long transport : une filiation génétique entre les minéraux lourds des sites étudiés et la géologie locale est donc possible. La morphoscopie des grains d'or indique que la source se trouverait à une portée comprise entre 50 et 300m. Les sols exploités sont donc des colluvions. La présence des sulfures indique une association probable aux sulfures dans le gisement primaire et suggère une origine hydrothermale de l'or exploité. Cependant des analyses morphologiques plus poussées (au MEB) et géochimiques des grains d'or et de quartz identifiés restent nécessaires pour affiner les caractéristiques de ces grains attribués au milieu colluvial et confirmer la nature du gisement primaire.

Références

- Barros, S.M.; Jao, H.L., 2006. Quelques observations sur l'or dans le profil d'altération à Garimpo Porquinho, une mine artisanale de la région de Tapajós, Amazonie brésilienne. *Journal de l'Institut des Géosciences* 5(2), 1-11.
- Edou-Minko, A., 1995. Les mécanismes de dispersion et d'accumulation d'or dans des conditions d'altération supergène en zone équatoriale. *Journal of African Earth Sciences* 21(2), 319-325.
- Jamet, R., 1979. Etude pédologique des environs de Dimonika, Carte au 1/200.00. ORSTOM, Brazzaville, 78p.
- Townley, B.K., Hérial, G., Maksaev, V., Palacois, C., de Parseval, P., Sepulveda, F., Orellana, R., Rivas, P., Ullua, C., 2003. Gold grain morphology and composition as an exploration tool:



application to gold exploration in covered areas. *Geochemistry: Exploration, Environment, Analysis* 3, 29-38.

Wamene Okoumel, P.E., 2019. Caractérisation morphoscopiques des placers aurifères et minéraux associés dans la zone d'Elogo (Département de la Sangha). Mémoire de Master, Université Marien NGOUABI, Congo, 50p.

Watha-Ndoudy, N., Wamene Okoumel, P.E., Miyouna, T., Mpika, R.H.A., Massala, E.G., Mibantsa, G.S., Mayenga, K., Hell, J.V., Kankeu, B., Boudzoumou, F., 2023. Characterization of Gold Bearing Placers and Associated Minerals in the Elogo Region (North-West Congo Republic). *Open Journal of Geology* 13, 287-305. <https://doi.org/10.4236/ojg.2023.135014>

Figures

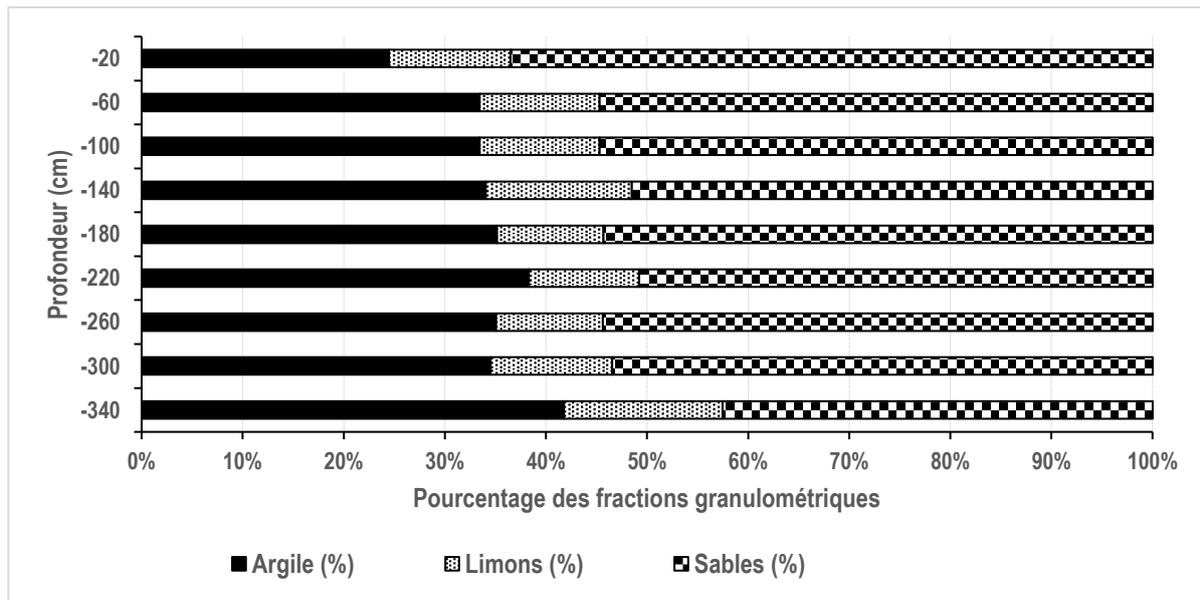


Figure 1 : Variation de la texture des sols en fonction de la profondeur dans le secteur de Dimonika

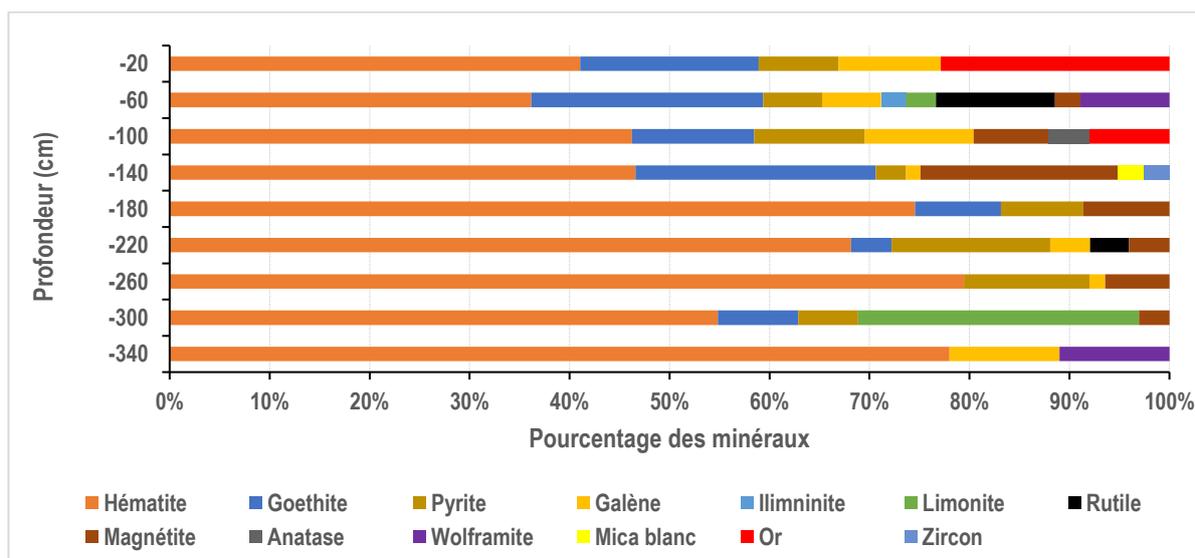


Figure 2 : Répartition des minéraux lourds dans le profil d'altération du Secteur de Dimonika



Potentialités minérales des pegmatites de Numbi, important site minier en Sn-Ta-Nb à l'Est de la R.D. Congo

NZOLANG Charles^{1*}, MUPENGE M. Parfait^{1,2}

1. Département de Géologie, Université Officielle de Bukavu, Bukavu, République démocratique du Congo
 2. School of Earth Science and Resources, China University of Geosciences (Beijing), China
- * Email: nzolang@gmail.com

La zone de Numbi est située dans le district de Kalehe, à 80 km au nord de la ville de Bukavu (Sud-Kivu, Est de la République démocratique du Congo). Elle se trouve dans la ceinture mésoprotérozoïque du Kibarien, et montre des résultats prometteurs d'une association de minéralisation d'étain-niobium-tantale. Les paramètres géologiques locaux situent Numbi dans le complexe alcalin avec abondance de roches du Mésoprotérozoïque dont des leucogranites post-orogéniques à niobium-tantale (Oyediran et al., 2020, Mupenge et al., 2022).

Les pegmatites de Numbi affleurent sous forme de grandes masses rocheuses fragmentées (Fig. 1a). L'altération prononcée du feldspath produit de la kaolinite blanchâtre (Fig. 1b et f) accompagnée d'oxydes de fer, en particulier la limonite la goethite dans les pegmatites. Les veines de pegmatite se trouvent dans les granites et quartzites. Elles contiennent des minéraux tels que du quartz associé à une tourmaline noire allongée d'environ 10-15 cm. Du quartz hyalin est exploité sous formes d'énormes blocs (Fig. 1d) extraits des pegmatites qui comprennent une quantité mineure de minéraux ferromagnésiens.



Fig. 1. Affleurement d'une pegmatite (a) ; feldspath altéré en kaolin (b, f) ; grands cristaux de tourmaline noire (c) ; quartz halin exploité (d), minerai de cassitérite (e).

Ces pegmatites ont des teneurs élevées en SiO_2 , Al_2O_3 , Fe_2O_3 , K_2O et Na_2O , caractérisant une composition granitique de type S, alumineuse, ferreuse et à teneur moyenne à élevée en K; la somme Fe + Mn plus élevée témoigne de la présence de phases minérales riches en Fe. Leurs fortes concentrations en métaux rares (Nb, Rb, Ta, Cs et Ga) indiquent la possibilité d'une minéralisation. Les rapports K/Rb, Ba/Rb, Rb/Sr et Nb/Ta avec des valeurs de composition relativement élevées des métaux rares indiquent un niveau élevé de fractionnement pour les pegmatites. Les modèles géochimiques et les éléments structuraux indiquent un cadre géotectonique collisionnel durant la mise en place des pegmatites et les minéralisations



associées. Les diagrammes de variation de Ta vs Ga et Ta vs K/Cs ont montré une tendance régulière à la minéralisation puisque presque tous les échantillons sont au-dessus des lignes de Beus et Gordiyenkos (Fig. 2).

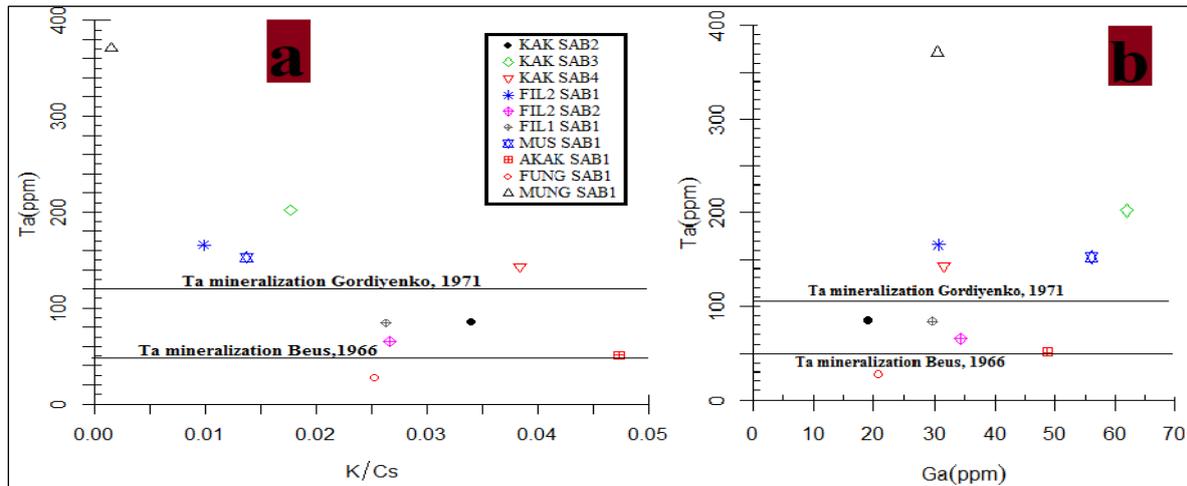


Fig. 2. Diagrammes de variation Ta vs K/Cs et Ta vs Ga des pegmatites de Numbi.

Ces pegmatites ont des teneurs variables mais élevées en Sn (238 - 2451 ppm), Ta (27,5 - 370,9 ppm) et Nb (31,8 - 139,2 ppm). Ces teneurs en Sn, Ta et Nb peuvent être d'une grande importance commerciale car elles sont bien supérieures à celles observées dans les pegmatites d'autres sites miniers stannifères de la région de la région (e.g. Kamisuku, Lema et Mombasa; Melcher et al., 2017) ou bien d'autres ailleurs dans la chaîne Karagwe-Ankole Belt du Kibarien de l'Afrique centrale. En dehors de la minéralisation en Sn-Ta-Nb, les pegmatites de Numbi présentent un intérêt pour W, le quartz hyalin qui est observé en abondance par endroits. La grande quantité de la kaolinite qui ne fait pas jusque-là l'objet d'extraction dans le secteur reste une ressource importante à développer. Les exploitations minières artisanales (coltan, cassitérite, et tourmaline), qui sont la principale activité économique de la région de Numbi, confirment l'intérêt économique de ces pegmatites qui méritent de plus amples recherches pour mieux évaluer leurs minerais et expliquer leur genèse.

Références

- Melcher, F., Graupner, T., Oberthür, T., & Schütte, P., 2017. Tantalum-(niobium-tin) mineralisation in pegmatites and rare-metal granites of Africa. *South African Journal of Geology* 120(1), 77-100. <https://doi.org/10.25131/gssajg.120.1.77>
- Mupenge, M.P., Nzolang, C., Oyediran A.I., & Kasay, G., 2022. Petrology and Detail Geological Mapping of the Precambrian Basement Rocks of the Sn-Ta-Nb Numbi Deposit, Democratic Republic of the Congo. *Environmental and Earth Sciences Research Journal* 9(1), 8-15. <https://doi.org/10.18280/eesrj.090102>
- Oyediran, I.A., Nzolang, C., Mupenge, M.P., Idakwo, S.O., 2020. Structural control and Sn-Ta-Nb mineralization potential of pegmatitic bodies in Numbi, South Kivu Eastern DR Congo. *Lithos*, 368, 105601. <https://doi.org/10.1016/j.lithos.2020.105601>



La Géodiversité « la mémoire occulte de la terre en Afrique centrale »

OBAMBI DJONI Saturnin *

Ministère des Industries Minières et de la Géologie, Brazzaville, République du Congo

* Email : djonobambi@gmail.com

Nos montagnes, nos rivières, nos littoraux et, en bref, nos paysages naturels, sont le résultat de millions d'années d'évolution d'une planète en perpétuel changement. Les formes du relief, les roches, les minéraux, les fossiles, les sols et l'eau font partie de la géodiversité d'un territoire et gardent la mémoire de notre histoire la plus lointaine.

De notre histoire la plus lointaine, la géodiversité est, en somme, la manière dont le patrimoine géologique nous est montré, et assure la subsistance nécessaire au développement de la vie, ainsi qu'à la préservation de l'environnement nécessaires au développement de la vie, ainsi que des ressources et des services qui ont conditionné et continuent de conditionner nos histoires, nos cultures, nos sociétés. et même nos propres personnalités. Une grande partie de ce que nous sommes aujourd'hui est lié à une histoire passionnante qui s'étend sur plusieurs millions d'années.

La géologie nous aide à comprendre comment le système fonctionne et, par conséquent, à mieux planifier et dimensionner notre développement et nos utilisations des ressources minérales et fossiles et aussi à planifier des projets envergures et essentiels pour la survie de l'homme en général. La géodiversité est l'un des éléments de la protection du patrimoine mondial. Cela fait partie de notre contribution locale à un défi mondial et à la protection du patrimoine mondial de notre contribution locale à un défi et à une responsabilité d'envergure mondiale.

Le Congo Brazzaville fait partie du deuxième poumon d'énergie verte dans le monde, en faisant partie du bassin du Congo aussi, mais ses paysages renferment une histoire étonnante depuis plusieurs d'années. C'est notre contribution au puzzle que constitue l'histoire de la Terre. Nous avons une diversité géologique, avec des sites d'importance de niveau international en Afrique centrale.

Il s'agit de nos patrimoines géologiques. Ces sont nos patrimoines géologiques. Un patrimoine qu'il faut protéger et conserver, car sa destruction est presque toujours irréversible. Les éléments géologiques, la flore et la faune font partie intégrante de nos patrimoines naturels. Il s'agit d'un patrimoine naturel. Prenons-en soin avec le respect qu'il mérite.

Cet expose a pour but d'expliquer de manière simple l'histoire géologique de l'Afrique centrale et en particulier du Congo Brazzaville et la façon dont nos patrimoines géologiques et nos géodiversités sont gérées.

Le patrimoine géologique et la géodiversité conditionnent l'économie, l'écologie, l'histoire et la culture de notre peuple.



Références

- Abdulla, A., Gomei, M., Hyrenbach, D., et al., 2009. Challenges facing a network of representative marine protected areas in the Mediterranean: prioritizing the protection of underrepresented habitats. *ICES Journal of Marine Science* 66, 22-28.
- Abernethy, K.A., Coad, L., Taylor, G., et al., 2013. Extent and ecological consequences of hunting in Central African rainforests in the twenty-first century. *Philosophical Transactions of the Royal Society of London B: Biological Sciences* 368(1625), 20120303.
- Access and Benefit Sharing Initiative, 2016. Countries and Regions. Available from <http://www.absinitiative.info/countries-and-regions>. Accessed 19 January 2016.
- African Conservation Foundation, 2013. Dynamite fishing destroys fisheries and coral reefs along the Tanzanian coast. Available from <http://www.africanconservation.org/habitat-news/dynamite-fishing-destroying-fisheries-and-coral-reefs-along-the-tanzanian-coast>.
- African Development Bank and World Wide Fund for Nature, 2012. Africa Ecological Footprint Report 2012. African Wildlife Foundation (2013). Available from http://d2ouvy59p0dg6k.cloudfront.net/downloads/africa_efr_english_low_res_1.pdf.

Ecosystème et paysage culturel relique de Lopé-Okanda

Inscrit en 2007 sur la base des critères : (iii)(iv)(ix)(x)

Le bien présente une interface inhabituelle entre une forêt tropicale ombrophile dense bien conservée et un milieu de savane relique abritant un large éventail d'habitats et d'espèces, parmi lesquelles de grands mammifères en voie de disparition.



Le Tri-national de la Sangha

© WAME / James Morgan



Comparée aux autres régions tropicales, la majorité des forêts d'Afrique centrale ont connu une destruction, liées aux activités humaines à grande échelle, relativement limitée. Toutefois, cette situation évolue rapidement car des opérateurs privés (industries minières et forestières) et les populations locales cherchent à exploiter les ressources naturelles de la sous-région.



Impact de la démographie sur la qualité physico-chimique et microbiologique des points d'eau de consommation du quartier Manianga, Brazzaville-Nord (République du Congo)

OBAMI-ONDON Harmel^{1*}, LEBONGUY Aimé², KEMPENA Adolphe³, TATHY Christian¹; TCHOUMOU Martin⁴

1. Ecole Nationale Supérieure Polytechnique, Université Marien Ngouabi, Brazzaville, R. Congo
2. Institut National de Recherche en Sciences Exactes et Naturelles (IRSEN), Brazzaville, R. Congo
3. Dép. géologie, Fac. des Sciences et Techniques, Université Marien Ngouabi Brazzaville, R. Congo
4. Unité de Chimie de la Vie et du Végétal, Fac. des Sciences et Techniques, Université Marien Ngouabi, Brazzaville, R. Congo

* Email : harmelobami@gmail.com

L'urbanisation anarchique et les conditions socio-économiques incontrôlables des villes Africaines, notamment dans le quartier Manianga, Brazzaville-Nord jointes à une forte croissance démographique entraîneraient une inadéquation de l'assainissement, la présence de tas d'immondices dans plusieurs endroits, où la maîtrise de la qualité de l'environnement devient un enjeu majeur de santé publique. Cette étude a pour but de déterminer la qualité physico-chimique et microbiologique des points d'eau de consommation non aménagés dans le quartier Manianga. Pour ce faire, trois puits et sept sources d'eau de la zone d'étude ont subi l'évaluation physico-chimique et microbiologique à la l'IRSEN, respectivement à l'aide des méthodes électrochimique, titrimétrique, équations mathématiques, spectrophotométrie, tableurs et de la filtration sur membrane. En plus, ces eaux ont été caractérisé par l'emploi des logiciels diagrammes et Spad. Au terme des analyses physico-chimiques, seul le pH était non conforme à la réglementation de l'OMS sur l'eau potable (6,5-8,5). Car le pH des eaux varie entre 4,9 et 6,02 pour l'année 2022 et de 5,79 à 6,3 pour l'année 2021. En effet, cette acidité est due à la nature géologique de la zone d'étude. Sur le plan microbiologique, à l'exception de deux points d'eau, huit points d'eau sont chargés en coliformes totaux (78 UFC/100ml), en coliformes fécaux (68 UFC/100ml) et en streptocoques fécaux (14 UFC/100ml). Donc, ces huit points d'eau sont non conformes à la réglementation de l'OMS sur la qualité microbiologique de l'eau potable (0 UFC/100ml). Et cette contamination est peut-être attribuée à l'infiltration des nappes par les effluents des toilettes traditionnelles qui se trouvent proche des points d'eau contaminés. En définitive l'on retient que, les eaux étudiées sont impropres à la consommation humaine par rapport à la qualité microbiologique selon les normes de l'OMS sur l'eau potable.

Références

- Ahoussi, K.E., Keumean keiba Noel., Kouassi Blaise A.M., Yao., 2018. Etude des caractéristiques hydrogéochimiques et microbiologiques des eaux de consommation de la zone périurbaine de la ville de Man: cas du village de Kpangouin. *Int. J. Biol. Chem. Sci.* 11(6), 3033-2018.
- Ahoussi, K.E., Koffi, Y.B., Kouassi, A.M., Soro, G., Biemi., 2013. Étude hydrochimique et microbiologique des eaux de source de l'ouest montagneux de la Côte d'Ivoire: Cas du village de Mangouin-Yrongouin (Sous-préfecture de Biankouman). *Journal of Applied Biogeosciences* 63, 4703-4719. ISSN 1997-5902
- Boubacar Hassane, A., 2010. Aquifères superficiels et profonds et pollution urbaine en Afrique : cas de la communauté urbaine de Niamey-NIGER. *Journal of water Resource and Protection* 10(7), 249.
- Matini, L., Moutou, J.M., Kongo-Mantono, 2009. Evaluation hydrochimique des eaux souterraines en milieu urbain au Sud-Ouest de Brazzaville. *Afrique Science : Revue Internationale des Sciences et Technologie* 5(1), 82-98. DOI : 10.4314/afsci.v5i1.61709.



- Mwanza, P., Balloy, Katond, J. P., Hanocq, P., 2019. Evaluation de la qualité physico-chimique et bactériologique des eaux de puits dans le quartier spontané de Luwuwoshi- R D congo. *Tropicultura* 37(5). DOI : 10.25518/2295-8010.627.
- Nzila, J.D., Watha-Ndoudy, N., Mbilou, G.U., Nzobadila, B.W., Opo, U., Nanitelamoi-Bandzoukassa, G.E., Ndouga, M., Tath, J.P., 2018. Qualité des eaux des sources et des puits dans les quartiers périphériques de Brazzaville Sud. *Open journal of ecology*, ID 84187, 19.
- Ouattara, A., Méité, A., Dally, T., Ouattara, H., Kati-Coulibaly, S., 2016. Etude de la qualité des eaux de consommation dans la localité de N'Zianoua s/p de Tiassalé et des quartiers précaires de trois communes du district d'Abidjan (Koumassi, Treichville, Attécoubé). *Journal of Applied Biosciences* 102, 9708-9715.



La géologie de l'Afrique centrale : Potentiel de développement durable à travers les ressources minérales et défis liés aux risques de catastrophes naturelles

RASAMIMANANA Valisoa *

Université d'Antananarivo, Madagascar

* Email : valisoapapy@gmail.com

La succession des phénomènes géologiques ayant affecté le socle précambrien, notamment les orogénèses majeures et la dislocation de Gondwana du Phanérozoïque, spécifie la complexité de la formation géologique de l'Afrique. Les cratons, les chaînes de montagne, les bassins sédimentaires et les structures complexes des déformations justifient l'importance de cette géodynamique. Généralement, les résultats de l'évolution géologique antécédente offrent un potentiel significatif de ressources minérales et des formes particulières des paysages mais pourraient aussi être une exposition à plusieurs risques naturels.

Les ressources minérales peuvent contribuer au développement durable de l'Afrique centrale pour le secteur du géotourisme et pour l'extraction des minerais. Cet avantage pourrait stimuler la croissance économique de l'Afrique considérée comme vulnérable surtout après la pandémie du COVID-19 et la guerre en Ukraine (Banque Mondiale, 2022). Le rapport de Financial Times (2021) présente un abaissement considérable de taux d'investissement dans le domaine d'extraction de l'Afrique depuis 2016, le chiffre est quasiment nul en 2018 jusqu'en 2020. L'instabilité politique et le manque de bonne pratique du plan général de l'exploitation sont les principaux facteurs de l'échec pour garantir l'assurance des investisseurs. Par contre, les défauts sur l'engagement majeur de l'équité sociale, le non-respect de lois environnementales, du code minier, de l'hygiène – santé et sécurité des travailleurs, du côté des sociétés défavorisent la confiance de la population locale. En effet, l'amplification du développement durable affiliée à l'extraction minière doit être accompagnée de stabilité, d'une gouvernance transparente, conformité aux exigences et d'un engagement en faveur de la population pour une politique gagnant – gagnant afin de maximiser les avantages tout en minimisant les impacts négatifs sur l'environnement. L'exploitation responsable peut réduire la pauvreté, créer des emplois et promouvoir l'autonomisation des communautés locales notamment les femmes et les jeunes.

Actuellement, outre les ressources minérales de l'Afrique, certains pays sont exposés à des risques majeurs de catastrophes naturelles. Le phénomène géologique présenté à l'Afrique de l'Est peut affecter un changement important sur les caractéristiques des formations géologiques sur l'Afrique centrale. L'activité tectonique et volcanique dans la vallée du rift africain peut accompagner de séisme d'intensité importante qui pourrait produire des dommages sur l'infrastructure et menacer la population. Les volcans actifs comme le mont Nyiragongo et le mont Nyamulagira de la région Est de la République Démocratique du Congo à la frontière avec le Rwanda peuvent entrer en éruption et pourraient entraîner des coulées de lave, des nuées et des émissions de gaz toxiques, mettant aussi en danger les communautés environnantes. L'activité de la grande zone de cisaillement de direction Est-Nord-Est depuis le golfe de Guinée, allant du Soudan, traversant la République Centrafricaine et le Cameroun est également une source majeure de tremblement de terre.

L'impact du changement climatique comme la sécheresse, l'inondation et les glissements de terrain est également favorable à la morphologie des reliefs de l'Afrique centrale qui est caractérisée par des montagnes et des sols souvent instables. Les glissements de terrain peuvent



détruire des habitations, des infrastructures et causer des pertes en vies humaines. Cependant, il est essentiel de prendre en compte les risques naturels liés à la géologie de la région.

La géologie complexe de l'Afrique centrale, marquée par des phénomènes géologiques antérieurs tels que les orogénèses et la dislocation du Gondwana, offre à la fois des opportunités de développement économique grâce à l'exploitation responsable des ressources minérales et du tourisme géologique, ainsi que des défis en termes de risques naturels. Il est crucial de promouvoir une approche de développement durable qui intègre une gouvernance transparente, le respect des lois environnementales, la sécurité des travailleurs et l'engagement envers les communautés locales, afin de maximiser les avantages socio-économiques tout en minimisant les impacts négatifs sur l'environnement et la population. De plus, une gestion efficace des risques naturels est nécessaire pour assurer la sécurité et la résilience des populations vivant dans ces régions géologiquement actives.



Le gisement de minerai de fer de Bélinga (~2,8 Ga) au NE-Gabon : Actualisation des données à partir de travaux récents

RETONDA-KONDJA Stevy^{1*}, MOUSSAVOU Mathieu¹, MAYAGA-MIKOLO Francis²,
EDOU-MINKO Ambroise¹

1. Département de Géologie, Faculté des Sciences, Université des Sciences et techniques de Masuku, BP 941, Franceville, Gabon

2. Ministère des Mines, Libreville, Gabon

* E-mail : retondakondja@gmail.com

Le minerai de fer de Bélinga, le plus important du Gabon, appartient au Groupe de Bélinga qui une ceinture de roches vertes globalement orientée NW-SE dans la partie NE-Gabon (Fig. 1a). Le minerai de fer s'est formé du fait d'une altération supergène intense des Formations de fer rubanées (BIFs) (Martini et Makanga, 2002). Une ancienne évaluation du BRGM en 1986 estimait les ressources à ~860 Mt de DSO (Direct Shipping Ore) de fer à haute teneur (Fe > 60% and P < 0,09%) [(BRGM (1986) in Ango (2018)]. De récents travaux suggèrent que les ressources à Bélinga dépassent 1000 Mt de fer à haute teneur (Ango, 2018). Afin de comprendre une si grande différence dans l'estimation des ressources, nous avons réévaluer en détails les anciennes données (nombre de crêtes, sondages, méthodes de calcul des ressources...) en les comparant aux travaux plus récents

Le minerai de fer de Bélinga se compose de 13 crêtes minéralisées d'orientation générale N-S (Fig. 1b). Plus de 80 sondages carottés ont été réalisés et la majorité d'entre eux est vertical (Fig. 2) avec une profondeur moyenne de 70 m (Combes et al., 1986b). En fonction de la couleur, de la dureté et de la structure, deux principaux types de minerais et 12 variétés ont été définis (Combes et al., 1986a). La crête Babel qui contient ~40% des ressources du minerai a été prise comme modèle pour le calcul des ressources. La méthode de calcul sera par la suite appliquée aux autres crêtes. La précédente méthode de calcul des ressources s'est essentiellement faite en utilisant l'interprétation géologique (incluant l'hétérogénéité de la minéralisation), en considérant les teneurs en Fe (>60%) et P (<0,09%), une densité égale à 3 et une hauteur minéralisée de plus de 3m. La nouvelle méthode de calcul prend aussi en compte d'autres facteurs minorisant tels que l'irrégularité de la maille, le taux de récupération des carottes, la densité à 3,5, des teneurs en Fe (>55%) et en P (<0,18%). La prise en compte de nouveaux facteurs quelque peu différents des plus anciens explique le fait que les récents travaux d'investigation sur le minerai de fer de Bélinga estiment les ressources > 1000 Mt. Au regard de ce qui précède, nous nous alignons sur les récentes estimations des ressources du gisement de minerai de fer de Bélinga.

Références

Ango, A.M, 2018. Le gisement de fer de Bélinga : Géologie et Perspectives. 5th SGA-SEG-UNESCO-IUGS SHORT Course on African Metallogeny – SEDIMENT HOSTED Mn-Fe-U deposits: from exploration to metal – at the School of Mines and Metallurgy of Moanda, Gabon, 10th-14th October. Unpublished.

Combes, A., Derkmann, K., Donzeau, M., Moumpossa, S., Nziba, N., Vadala, P, 1986a. Fer Haut-Ivindo. Rapport géologique, BRGM-86-GAB-094a, 178 pp.

Combes, A., Derkmann, K., Donzeau, M., Moumpossa, S., Nziba, N., Vadala, P., 1986b. Fer Haut-Ivindo, Coupes géologiques et sondages réalisés. BRGM-86-GAB-094b, 111 pp.



Martini, J.E.J., Makanga, J-F, 2002. Notice explicative de la carte métallogénique de la République Gabonaise à 1/1 000 000. Edition DGMG – Ministère des Mines, de l’Energie, du Pétrole et des Ressources Hydrauliques, 169 p.

Retonda Kondja, S. Ndong Ondo, S.M., Edou Minko, A., Mayaga Mikolo, F, 2017. The Bélinga Iron Ore Deposit (2.8 Ga), NE-Gabon: Reactualization and New Interpretations on Crests. European Scientific Journal 13(24), 307-321.

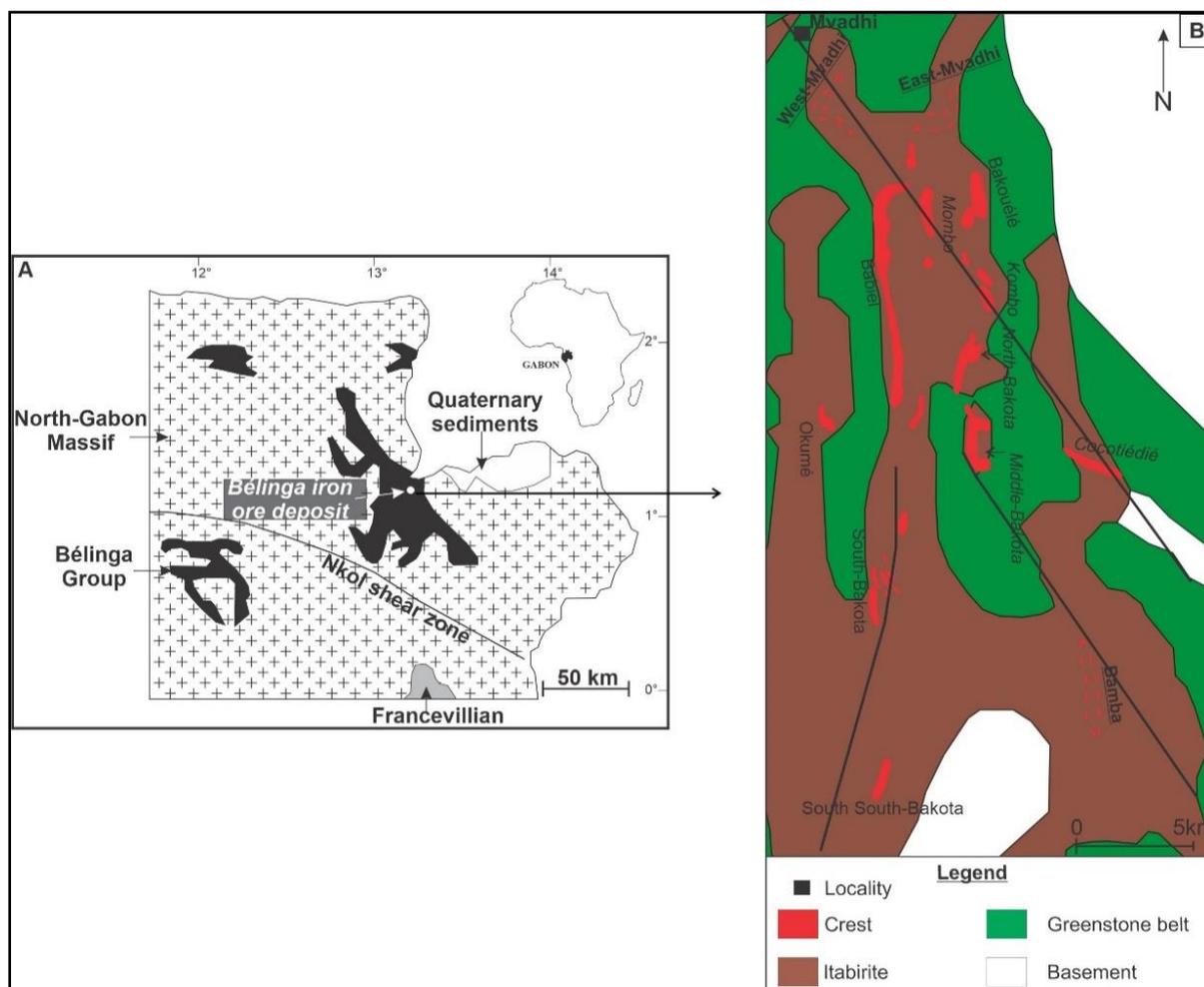


Figure 1. Carte actualisée du minerai de fer de Bélinga. Localisation (A) and (B) détails du positionnement des crêtes du gisement de minerai de fer (Retonda Kondja et al. 2017, modifié).



Carte géologique détaillée à l'échelle 1/50.000 de l'île d'Idjwi, Province du Sud-Kivu, République Démocratique du Congo : Contribution à l'étude de la chaîne Karagwe-Ankole d'Afrique Centrale

SAFARI NAKITO Evelyne^{1,2,3,4*}, NAHIMANA Louis³, BORST Anouk^{4,5}, DELVAUX Damien⁴

1. Ecole Doctorale, Université du Burundi, BP 2700-Bujumbura, Burundi.
 2. Centre de Recherches Géologiques et Minières/Station Provinciale de Lwiro, Sud-Kivu, République démocratique du Congo
 3. Université du Burundi, Bujumbura, Burundi.
 4. Musée royal de l'Afrique centrale, Projet GeoRes4Dev, Tervuren, Belgium
 5. Department of Earth and Environmental Sciences, Katholieke Universiteit Leuven, Belgium
- * Email : evelinesafari@gmail.com

Une carte géologique détaillée à l'échelle du 1/50.000 a été levée pour l'île d'Idjwi, au milieu du lac Kivu, qui fait partie du domaine ouest de la chaîne mésoprotérozoïque Karagwe-Ankole (Fernandez-Alonso et al., 2012). Cette nouvelle carte permet d'examiner la constitution géologique de cette région qui est adjacente à celle de Karongi à l'est du Rwanda et qui a récemment fait l'objet d'une nouvelle cartographie au 1/100.000 (Baudet et Fernandez-Alonso, 2020).

L'île d'Idjwi était auparavant cartographiée très sommairement par Boutakoff (1939), dont les tracés ont été repris dans la carte géologique du Kivu au 1/500.000 (Laghmouch et al., 2020).

Les levés ont été effectués entre 2016 et 2023 dans le cadre des projet RGL-GEORISK et GeoRes4Dev. Ils montrent que l'île est constituée en grande partie de granitoïdes qui se sont mis en place dans un soubassement probablement d'âge Mésoprotérozoïque. Des roches mafiques (dolérites, amphibolites, métagabbros, et métadolérites) ont également été identifiées.

Des pointements résiduels de quartzites, micaschistes, calcaires métamorphiques et d'amphibolite sont présents dans la moitié nord de l'île et dans son extrémité sud-est. Cette association de roches, en majorité métasédimentaires, permet de les corrélérer au groupe de Pindura défini au Rwanda dans la région de Kibuye, et plus précisément à la formation volcano-sédimentaire de Cyurugeyo (Baudet et al., 1989 ; Baudet et Fernandez-Alonso, 2020).

Les données de terrain montrent l'existence de structures de déformation (schistosité de flux, schistosité de crénulation, veines de quartz, veines de granites, veine de pegmatites et veines en échelon) dans les différents faciès de ces roches. En outre, ces formations sont de dimensions variables (centimétrique à décimétrique) et les relations de recoupement qu'elles présentent avec les métasédiments et les granitoïdes suggèrent : (i) différents mécanismes de mise en place, notamment le diapirisme et le remplissage de fractures et failles; (ii) plusieurs phases de mise en place, c'est-à-dire, certaines intrusions mafiques sont traversées par des veines de quartz, veines de granites, et d'autres des schistosités typiques de celles de métasédiments. Ces deux aspects témoignent l'existence des plusieurs phases de déformation qui ont affecté les formations géologiques d'Idjwi.

Bibliographie

Baudet, D., Hanon, M., Lemonne, E., Theunissen, K., Buyagu, S., Dehandschutter, J., Ngizimana, W., Nsengiyumva, P., Rusanganwa, J.B., Tahon, A., 1989. Lithostratigraphie du domaine



- sédimentaire de la chaîne kibarienne au Rwanda. *Annales de la Société Géologique de Belgique*, 112, 225–246.
- Baudet, D., Fernandez-Alonso, M., 2020. Karongi – S3/29 NW. Geological Map of Rwanda, 1/100.000 scale series. Republic of Rwanda, with explanatory notes.
- Boutakoff, N., 1939. Géologie des terrains situés à l'ouest et au nord-ouest du Fossé tectonique du Kivu. *Mém. Inst. Geol. Univ. Louvain* 9, 1-157.
- Laghmouch, M., Kalikone, C., Ilombe, G., Ganza, G., Delvaux, D., Safari, E., Bachinyaga, J., Dewaele, S., Wazi, N., Nzolang, C., Fernandez-Alonso, M., Tack, L., Nimpagaritse, G., Kervyn, F., 2018. Carte géologique du Kivu au 1/500 000. Université Officielle de Bukavu (UOB), Bukavu, République démocratique du Congo et Musée Royal de l'Afrique Centrale (MRAC), Tervuren.
- Fernandez-Alonso, M., Cutten, H., De Waele, B., Tack, L., Tahon, A., Baudet, D., Barritt, S. D., 2012. The Mesoproterozoic Karagwe-Ankole Belt (formerly the NE Kibara Belt): the result of prolonged extensional intracratonic basin development punctuated by two short-lived far-field compressional events. *Precambrian Research* 216-219, 63-86.



Mise en évidence d'un système hydrokarstique dans le secteur de Madingou en République du Congo

SAMBA Prefina^{1,2*}, BAZEBIZONZA Nicy^{1,2,4}, NKODIA Hardy^{1,2}, BOUDZOUMOU Florent^{1,3}, ARFAOUI Imen², LAHOGUE Pascale²

1. Université Marien Ngouabi, Faculté des Sciences et Techniques, Brazzaville, République du Congo
 2. Musée royal de l'Afrique centrale, Projet GeoRes4Dev, Tervuren, Belgique
 3. Institut de Recherche en Sciences Exactes et Naturelles, Brazzaville, République du Congo
 4. Institut Géographique National, Brazzaville, République du Congo
- * Emails : rachellesamba27@gmail.com; nicybazonza@gmail.com

Une étude d'hydrologie karstique est menée dans la localité de Kibounda, banlieue de la ville de Madingou située dans la partie sud-ouest de la République du Congo. Cette localité est caractérisée par un réseau karstique assez complexe qui s'est développé dans les formations carbonatées rattachées au Groupe Schisto-Calcaire, qui est un groupe largement répandu dans le bassin du Niari-Nyanga. L'étude porte sur la relation qui existe entre les écoulements superficiels et souterrains du karst de Kibounda dont l'objectif est de fournir des informations nécessaires sur la répartition du réseau en surface et en souterrain de l'hydrosystème. La question se pose sur l'origine de l'eau qui coule à la résurgence Nzonzi et de sa probable sortie après qu'elle se perd à la perte Maniala. Les travaux portent sur l'analyse structurale du terrain, la dynamique de l'eau selon la variation saisonnière, sa composition chimique au long de son trajet et des tests de traçage artificiel pour trouver la connexion hydraulique entre les différents sites du réseau.

Les différents points d'études, cartographiés et reportés sur une carte géologique, montrent que la circulation des eaux est contrôlée par deux directions de fractures orientées NE-SW et NW-SE. La topographie souterraine de la grotte Nzonzi, orientée suivant la fracture NW-SE, le confirme.

Une forte relation est enregistrée entre l'eau de surface et l'eau souterraine. Pendant la saison sèche, l'eau souterraine alimente le cours d'eau superficiel en quantités appréciables. L'analyse hydrogéochimique comprend le suivi saisonnier des températures, la conductivité électrique et l'analyse des éléments majeurs (cations et anions). Elle nous a permis d'étudier la relation entre les écoulements des différents sites du réseau karstique. La géochimie des eaux souterraines montre un faciès bicarbonaté calcique et magnésien, à sursaturation vis-à-vis de la calcite et de la dolomite, à minéralisation faible et moyennement élevée. La composition chimique des eaux est ainsi dominée par les ions Ca^{2+} , Mg^{2+} , HCO_3^- , qui proviennent de la dissolution des carbonates (calcaire et dolomie). Les concentrations élevées en Ca^{2+} , Mg^{2+} , sont accompagnées de faibles teneurs en sulfates, chlorures et nitrates.



Figure. Perte Maniala : Déversement du cours d'eau Maniala dans un bloc de roche fracturé suivant la direction NE-SW



Caractère fluvioglaciaire et glacio-marin de la Diamictite supérieure du Groupe du Niari dans les secteurs de Makabana et de Mouyondzi, République du Congo

SITOU-GOMA Carine Destie Bybisch^{1*}, BOUDZOU MOU Florent^{1,2}, MIYOUNA
Timothée¹

1. Université Marien Ngouabi, Faculté des Sciences et Techniques, Brazzaville, République du Congo
 2. Institut de Recherches en Sciences Exactes et Naturelles (IRSEN), Brazzaville, République du Congo
- * Email : bybischsitou@gmail.com; sitoubybisch@gmail.fr

La diamictite supérieure du bassin du Niari au Congo forme avec le « cap carbonate » et les grès fins et siltstones qui la surmontent une « triade » largement connue au Néoprotérozoïque et ayant participé à la Terre boule de Neige « Snowball Earth » d'âge marinoen.

La diamictite supérieure affleure sur le pourtour SW du bassin du Niari où elle est déformée par l'orogénèse panafricaine ouest-congolienne (Chaîne du Mayombe) et sur le pourtour NE où elle est en position subtabulaire sur le socle du Chaillu.

Des travaux sont menés sur la diamictite supérieure du flanc subtabulaire afin de préciser sa nature, son origine et ses environnements de sédimentation. Ils portent sur la pétrographie, l'analyse faciologique et l'organisation des corps sédimentaires. Les résultats montrent une diamictite constituée des galets extra-formationnels, polygéniques, hétéromorphiques et hétérométriques, emballés dans une matrice gréso-argileuse parfois calcareuse, rouge lie-de-vin dans laquelle se manifestent des dropstones. A Boudianga et à Matalila, la diamictite contient des passées composées d'alternances de conglomérats, de grès micro-conglomératiques, des grès fins et des argilites. A Mouyondzi, la diamictite est pseudostratifiée et le faciès gréseux se développe au sommet en un seul passage bien net.

Les faciès des conglomérats de Boudianga et de Matalila sont Gmm, Gmg, Gt, Gp et ceux des grès sont Sp, Sm, Sr. Ces faciès correspondent à des coulées gravitaires et à des barres de chenaux. Les dépôts de la Diamictite supérieure de Boudianga et de Matalila caractérisent un faciès de type fluvioglaciaire tandis qu'à Mouyondzi, ils caractérisent un dépôt glacio-marin.



Évidence d'une industrie paléolithique dans les provinces du Kivu et Ituri en République Démocratique du Congo : La Géologie au service de la société préhistorique

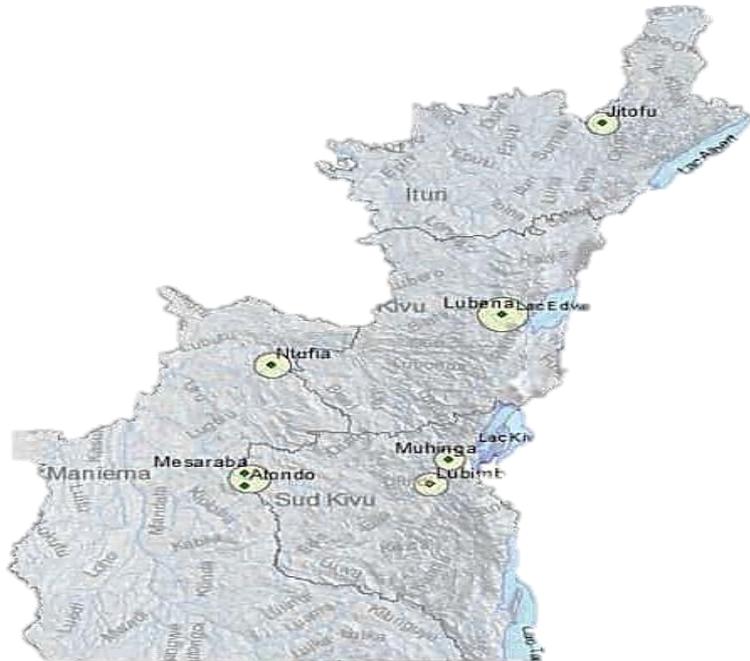
SURAKI Émeraude^{1*}, MUSHAMALIRWA Toussaint^{2,3}

1. Service Géologique National du Congo, Bukavu, République démocratique du Congo
 2. Université Officielle de Bukavu, Bukavu, République démocratique du Congo
 3. Musée royal de l'Afrique centrale, projet GeoRes4Dev, Tervuren, Belgique
- * Email : emeraudesuraki777@gmail.com

Depuis 1930, plus de 30.565 spécimens de roches et minéraux ont été collectionnés au Musée Géologique de Bukavu. Parmi ces spécimens figurent plus de 2.000 pierres taillées notamment des pierres perforées, des bifaces et des boules de pierre récoltées dans les provinces du Kivu (Nord-Kivu, Sud-Kivu, Maniema) et de l'Ituri lors des levés géologiques et fouilles archéologiques (Fig.1).

L'étude menée sur quelques bifaces a permis de mettre en évidence la distribution spatiale des sites de fouilles selon le contexte lithologique des zones d'extraction, L'influence de la nature pétrographique des roches utilisées dans la confection des pierres taillées, les caractéristiques physiques extérieures et le degré de finesse en fonction de leur usage.

Figure 1 : Principaux secteurs des fouilles dans les provinces du Kivu et de l'Ituri



Pour ce faire, les instruments suivants ont été utilisés pour la classification des

bifaces en fonction de leur morphologie (pointe, zone de coupe et épaisseur) et faciès pétrographiques (lithologie, texture, résistance à la rayure): pied à coulisse pour la prise des mesures des paramètres dimensionnels ; loupe pour la vérification à petite échelle de la granulométrie des pierres ; crayon de test dureté pour mesurer la consistance de la pierre ; loupe pour la vérification à petite échelle de la granulométrie des pierres. Les logiciels de cartographie QGIS et Google Earth ont été utilisés pour la réalisation des cartes.

La classification morphologique des pierres taillées a conduit à quatre classes morphologiques selon qu'ils se distinguent par la forme qui est le caractère principal du choix de son usage et le degré de finesse avec laquelle elles ont été taillées (Tab. 1). En interprétant le tableau qui présente les classes morphologiques décrites en fonction des faciès pétrographiques, il a été constaté que plus la roche est à grains fins, mieux est la finesse morphologique de la pierre taillée, et que la majorité de pierres finement taillées sont celles ayant une faible consistance ou cohésions de grains. Ils s'observent aussi que les roches de types lithologiques sédimentaires indurés à granulométrie fine et à cohésions inter granulaires



plus ou moins faible sont celles confectionnées en pierres taillées de bonne finition et celles de nature cristalline et à forte cohésion inter granulaire sont moyennement et grossièrement taillées. Les hommes préhistoriques perfectionnaient les outils en pierres lorsque la granulométrie, la cohésion inter grains et la nature cristalline de la roche le permettait. Par ailleurs, la distribution spatiale des sites de fouille a révélé que le faciès pétrographique des plusieurs spécimens correspondent à la lithologie du secteur. Leur présence dans les alluvions retrouvées au niveau des terrasses abandonnées permet également de circonscrire d'avantage leur répartition spatio-temporelle. C'est le cas des échantillons des pierres d'âge Djokocien (Paléolithique supérieur) qui ont été récoltés lors de l'exploitation minière au niveau de la terrasse supérieure de la rivière Lubimbe qui draine un secteur où affleurent des gneiss (Fig.2).

Classes morphologiques	Nombre de pièces par faciès pétrographique							
	Les roches finement grenues -----				Les roches cristallines ou grossièrement grenues			
	Quartzo-mudstone	Siltstone silicifiée	Gneiss fin	Grès consolidé	Grès quartzitique	Quartzite	Dolérite	Conglomérat (diamectite)
Finement taillées	20	25	-	-	-	-	-	-
Bien taillées	15	25	5	-	-	-	-	-
Moyennement taillées	-	-	1	28	16	-	-	-
Grossièrement taillées	-	-	-	18	12	5	9	1

Tableau 1 : Classes morphologiques VS faciès pétrographiques des pierres taillées.

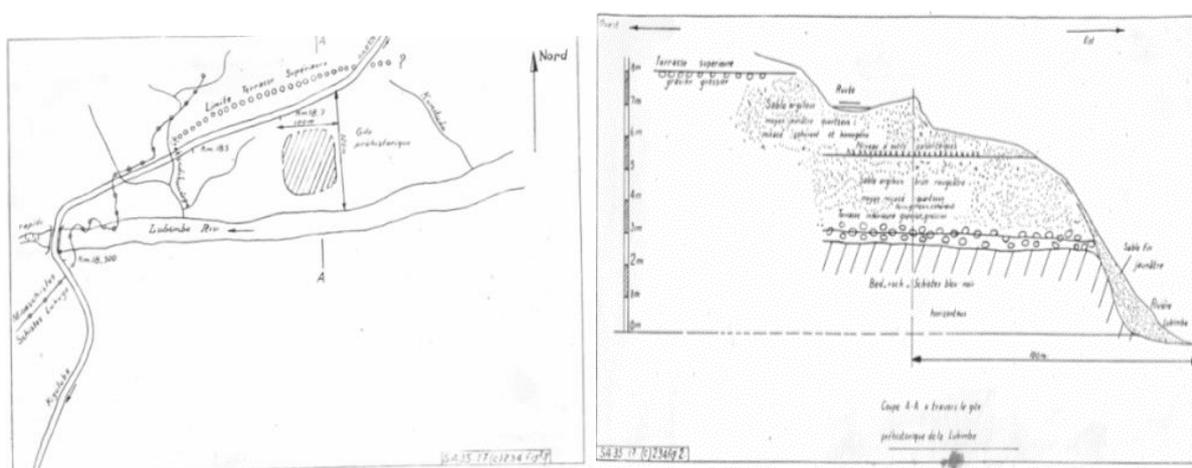


Figure 2 : Profil des terrasses de la Lubimbe montrant la position des pierres paléolithiques

Référence

Aganze, G. et Cerubala, D. 2020. Caractérisation pétrographique et physique des pierres taillées archivées au Musée Géologique de Bukavu et leur contexte géologique régional. Mémoire de licence, UOB. Inédit.



État des lieux et spécificités géologiques des cavités karstiques des formations du Sous-Groupe du Schisto-Calcaire des régions de Mbanza-Ngungu, Kimpese et Songololo, Kongo-Central, République Démocratique du Congo

THIJENIRA LOKETO Ange^{1,5*}, LAHOUE Pascale⁵, NGALA NTAMBWE Nadège^{1,2,5},
KANIKI MAYENA Thomas¹, KIMBEMBI MA IBAKA Alexis³, NKODIA Hardy^{4,5},
DELVAUX Damien⁵

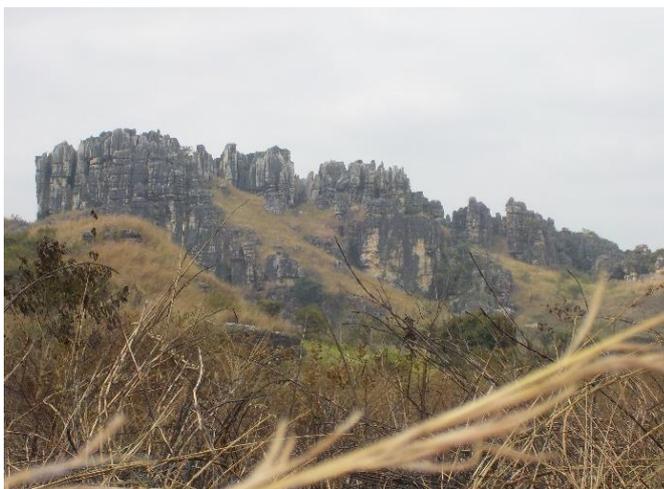
1. Département des Géosciences, Université de Kinshasa, République Démocratique du Congo.
2. Centre de Recherches Géologiques et Minières, République Démocratique du Congo.
3. Institut Supérieur Pédagogique de Mbanza-Ngungu, République Démocratique du Congo.
4. Département de Géologie, Faculté des Sciences, Université Marien Ngouabi, République du Congo
5. Musée royal de l'Afrique centrale, Projet GeoRes4Dev, Tervuren, Belgique.

En RDC, le karst et ses cavités sont peu documentés scientifiquement. Les données bibliographiques disponibles mentionnant ses grottes sont de qualités diverses, souvent le fait de biologistes ou d'archéologues, rarement de géologues.

Cet inventaire des grottes des formations du Sous-groupe du Schisto-calcaire des régions de Mbanza-Ngungu, Kimpese et Songololo, dans la Province du Kongo Central (partie occidentale de la République Démocratique du Congo) a permis de localiser 120 grottes. Ce travail est un support indispensable aux études scientifiques lancées en 2019 sur le karst de cette région.

Les sources bibliographiques signalent parfois une même grotte sous des noms différents, ou nomment différentes grottes de la même manière. Ces données ont donc été analysées, compilées et croisées sur base de la description des cavités et de leur environnement. Certaines ont pu être localisées avec une précision acceptable sur base de carte, de schéma ou de descriptifs. Elles étaient en effet rarement accompagnées de coordonnées géographiques. Cette liste a été corrigée et complétée grâce à des enquêtes de terrain menées entre juillet 2019 et septembre 2021 (Campagnes du Projet GeoRes4Dev), qui ont permis de compléter certaines descriptions, mais surtout, de préciser les localisations des entrées de certaines grottes par des mesures GPS. De nouvelles cavités, ont aussi été découvertes.

Le karst situé dans la Formation du Kwilu, stratigraphiquement localisée à la base du Schisto-Calcaire, mais aussi aux altitudes les plus basses de la région, est le plus évolué, formant des « tours résiduelles ».
Photo : P. Lahogue © MRAC





Mining impacts on biodiversity in Central Africa

TREFON Theodore *

Musée royal de l'Afrique centrale, Projet GeoRes4Dev, Tervuren, Belgium

* Email : theodore.trefon@africamuseum.be

This presentation highlights the links between mining and biodiversity. It is based on interdisciplinary research from literature and anthropological fieldwork. This research aligns with the objectives of the Geo4Dev project by emphasizing the importance of the human factor in development cooperation approaches.

Artisanal and industrial mining negatively impact the environment, biodiversity and human well-being. Mining disrupts forests' ecological balance and can be catastrophic when dynamite and mercury are used. This presentation focuses mainly on mining's negative impacts on wildlife. There are various reasons why artisanal mining is a threat to wildlife. Diggers consume bushmeat themselves because there is often scarce food production on mining sites which are magnets for migrant laborers either digging themselves or providing services such as petty trade, restaurants, leisure and other activities. A study on the links between artisanal mining and bushmeat consumption and trade carried out in Eastern DRC confirms this situation, concluding 'that bushmeat hunting to supply meat to mining sites is widespread'⁽¹⁾. Artisanal digging is significant in DRC's provinces of Ituri, Haut Uélé and the Kivus where commercial bushmeat trading networks are run and/or protected by militias and the national army⁽²⁾. The abundance of firearms in these sites is not conducive to good wildlife management either. The World Bank estimated that there were some 10 million artisanal miners in the DRC⁽³⁾. Given socio-economic trends, this figure has certainly increased significantly. Just the sheer numbers of miners consequently has an impact on bushmeat consumption. Formal industrial gold mining has its own suite of impacts. One of Africa's largest goldmines is in the DRC's Haut Uélé Province, operated by Barrick Gold. Before the mine opened in 2010, the town of Watsa had a population of around 10,000 inhabitants. Today it is a settlement of approximately half a million, having expanded rapidly and without urban planning or service provision. The mine is in close proximity to the Garamba National Park which is under serious threat because this massive migrant population is responsible for the illegal extraction of bushmeat, charcoal and building materials⁽⁴⁾.

Artisanal digging of all sorts of minerals vital to the high-tech sector took off in DRC at the twilight of the Mobutu dictatorship. The period corresponded to the state relinquishing what little control it had of the activity. The genocide in Rwanda, the Congolese civil wars and the ensuing chaos and insecurity in much of eastern Congo in the late 1990s-early 2000s provided significant economic opportunities for diggers – in addition to offering resources to the multitude of armed militias and rebel groups operating in the region⁽⁵⁾. A study of 265 mining sites in eastern DRC concluded that Congolese soldiers were heavily involved in 66% of them⁽⁶⁾. The political dynamics of conflict coincided with the twofold process of de-agrarianization (people abandoning farming) and income diversification in poor rural areas. This is the kind of situation that led Deborah Fahy Bryceson to coin the term 'multiplex livelihoods', a description which captures the move away from farming to digging. Digging for diamonds and gold became an attractive activity for young rural men yearning for change in environments where opportunities for wealth creation are rare⁽⁷⁾. Commenting on the reality that farming no longer allows families to satisfy their needs and desires, Stefaan Van Bockstael and Koen Vlassenroot put forward that diamonds have become 'a farmer's best friend'⁽⁸⁾.



Artisanal mining requires physical stamina but other than that, entry barriers are low, tools are rudimentary and no particular knowledge is necessary.

Références

- Hintjens, H., 2006. Conflict and resources in post-genocide Rwanda and the Great Lakes region *International Journal of Environmental Studies* 63(5), 599-615. DOI: 10.1080/00207230600963817.
- Matthysen, K., L. Hoex, P. Schouten and S. Spittaels, 2019. Mapping artisanal mining areas and mineral supply chains in eastern DRC: Impact of armed interference & responsible sourcing Antwerp: IPIS/DIIS. <https://ipisresearch.be/wp-content/uploads/2020/10/1904-IOM-mapping-eastern-DRC.pdf>
- Spira, C., A. Kirkby, D. Kujirakwinja and A. J. Plumptre, 2019. The socio-economics of artisanal mining and bushmeat hunting around protected areas: Kahuzi–Biega National Park and Itombwe Nature Reserve, eastern Democratic Republic of Congo' *Oryx* 53(1), 136-144. DOI:10.1017/S003060531600171X.
- Van Boekstael, S and K. Vlassenroot (eds), 2012. A farmer's best friend ?: Artisanal diamond mining and rural change in West and Central Africa. Ghent: Academia Press.
- Verbrugge, B. and S. Geenen, 2019. The gold commodity frontier: A fresh perspective on change and diversity in the global gold mining economy *The Extractive Industries and Society* 6(2), 413-423.
- World Bank, 2008. Democratic Republic of Congo: Growth with governance in the mining sector. Washington, D.C.: World Bank.

Notes :

- 1 Spira et al. (2019: 141).
- 2 <https://ipisresearch.be/story-map-of-asm-sites-in-the-drc/>.
- 3 World Bank (2008: 7).
- 4 Interview with the park's head warden, 25 August 2021.
- 5 Hintjens (2006).
- 6 Matthysen et al. (2019: 7).
- 7 Verbrugge and Geenen (2019).
- 8 Van Boekstael and Vlassenroot (2012).



Activités anthropiques illicites, déforestation et risque de déclassement de la Réserve de Biosphère de Lufira, sud-est de la RD Congo

USENI SIKUZANI Yannick^{1*}, KHOJI Muteya Héritier^{1, 2}, MALAISSE François², BOGAERT Jan²

1. Unité Ecologie, Restauration Ecologique et Paysage, Faculté des Sciences Agronomiques, Université de Lubumbashi, République démocratique du Congo

2. Unité Biodiversité et Paysage, Gembloux Agro-BioTech, Université de Liège, Belgique

* Email : sikuzaniu@unilu.ac.cd

La réserve de biosphère de Lufira (RBL) est une zone protégée située dans le sud-est de la République démocratique du Congo, créée pour la conservation de la forêt de claire de type *miombo*, un écosystème menacé par les par les activités anthropiques développées dans la région. Cependant, les études scientifiques concernant la dynamique de l'occupation du sol dans la RBL sont inexistantes à ce jour. Cette étude a cartographié et quantifié la dynamique de l'occupation du sol à l'intérieur et autour de la RBL, sur la base de l'analyse diachronique de cinq images Landsat (1979 (date de sa reconnaissance par l'UNESCO), 1986, 1998, 2008 et 2018) et des missions de vérification sur le terrain. Les indices de structure spatiale ont été calculés pour quantifier l'impact humain sur la morphologie du paysage.

Les résultats indiquent que la superficie des forêts de miombo a été divisée par 3 dans la RBL, puisqu'elle couvrait 26,1 km² en 2018 contre 85,3 km² en 1979. Le taux de déforestation annuel entre 1979 et 2018 a été de 1,8 %, soit près de huit fois plus que le taux enregistré au niveau national (Kyale et al., 2019). Dans la RBL, cette déforestation a été compensée par une expansion spatiale des savanes herbeuses (+16,9 km²), ainsi que des champs et jachères (+53,3 km²). De plus, la superficie des eaux et des zones humides a augmenté de 17,9 km² en 39 ans, tandis que la savane boisée ainsi que les sols nus et le bâti ont régressé respectivement de 24,9 km² et de 4,0 km² (Figure 1). En général, l'analyse de la dynamique de la structure spatiale du paysage à l'aide de l'arbre de décision de Bogaert et al. (2004) a révélé un processus de création et d'agrégation des taches des occupations du sol anthropique (savane herbeuse, de l'eau et des zones humides, des champs et jachères) par opposition à la dissection et à la suppression des taches de forêt claire du miombo, la savane boisée, le sol nu et bâti. Dans l'ensemble, la RBL a subi une importante transformation, due à la pression démographique et au développement d'activités de subsistance dans un contexte économique précaire (Cabala et al., 2018).

Ainsi, les taches de forêts isolées et de surface réduite qui persistent dans la LBR doivent leur existence à la nature inapte de leurs sols ou à leur inaccessibilité (Useni et al., 2017). Par conséquent, les savanes boisées sont à leur tour envahies pour les activités agricoles ou de carbonisation afin de satisfaire les besoins alimentaire et énergétique des villes en constante expansion (Kabulu et al., 2018 ; Useni et al., 2018). En effet, la production de bois-énergie est considérée comme un complément indispensable au revenu des ménages, ce qui accélère la déforestation et la régression de la savane arborée (Khoji et al., 2022). L'étude conclut qu'en l'absence de politique d'aménagement du territoire, la RLB risque de perdre son statut d'aire protégée à la suite de la disparition complète des rares taches de forêt claire de *miombo* encore existantes. Pour cette raison, la RDC a demandé à l'UNESCO de retirer la RBL du Réseau mondial des réserves de biosphère.



Références

- Bogaert, J., Ceulemans, R., & Salvador-Van Eysenrode, D. 2004. Decision tree algorithm for detection of spatial processes in landscape transformation. *Environmental management* 33, 62-73.
- Cabala, K. S., Useni, S. Y., Munyemba, K. F., & Bogaert, J. 2018. Activités anthropiques et dynamique spatiotemporelle de la forêt claire dans la plaine de Lubumbashi. In : Bogaert J., Colinet G., Mahy G. (éds). *Anthropisation des paysages katangais*. Presses Universitaires de Liège: Liège, Belgium, pp 253-266.
- Kabulu, J-P. K., Vranken, I., Bastin, J-F., Malaise, F., Nyembwe, S., Useni, S. Y., Ngongo, L. M., & Bogaert, J. 2018. Approvisionnement en charbon de bois des ménages lushois: Quantités, alternatives et conséquences. In Bogaert, J., Colinet, G., & Mahy, G (Eds), *Anthropisation des paysages katangais*. Presses Universitaires de Liège: Liège, Belgium, pp 297–311.
- Khoji, M. H., N'Tambwe, N. D-D., Malaise, F., Waselin, S., Sambieni, K. R., Cabala, S. C., Munyemba, K. F., Bastin, J-F., Bogaert, J., & Useni, S. Y., 2022. Quantification and Simulation of Landscape Anthropization around the Mining Agglomerations of Southeastern Katanga (DR Congo) between 1979 and 2090. *Land* 11(6), 850.
- Kyale Koy, J., Wardell, D.A., Mikwa, J. F., Kabuanga, J. M., Monga Ngonga, A. M., Oszwald, J., & Doumenge, C. 2019. Dynamique de la déforestation dans la Réserve de biosphère de Yangambi (République démocratique du Congo): variabilité spatiale et temporelle au cours des 30 dernières années. *Bois et Forêts des Tropiques* 341, 15-28.
- Useni, S. Y., Malaise, F., Cabala, K. S., Munyemba, K. F., & Bogaert, J. 2017. Le rayon de déforestation autour de la ville de Lubumbashi (Haut-Katanga, RD Congo): synthèse. *Tropicultura* 35(3), 215-221.
- Useni, S. Y., Cabala, K. S., Halleux, J.-M., Bogaert, J. & Munyemba, K. F. 2018. Caractérisation de la croissance spatiale urbaine de la ville de Lubumbashi (Haut-Katanga, R.D. Congo) entre 1989 et 2014. *Tropicultura*, 36(1), 99-108.

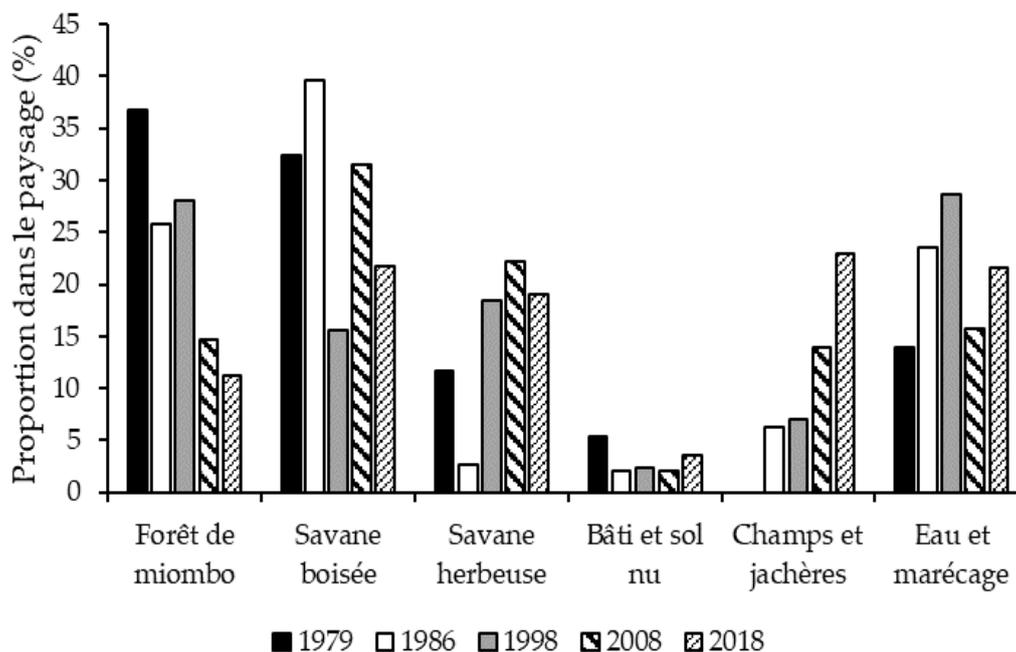


Figure 1. Evolution de la composition du paysage de la Réserve de Biosphère de Lufira (Sud-Est de la République Démocratique du Congo de 1979 à 2018 sur base de la classification supervisée des images Landsat appuyée sur l'algorithme du maximum de vraisemblance.



La durabilité des activités liées à l'exploitation des ressources dans les Géoparcs mondiaux UNESCO

VERHEYDEN Sophie*

Royal Belgian Institute of Natural Sciences, Brussels, Belgium

* Email: sverheyden@naturalsciences.be

Les ressources minérales connaissent une mise sous pression grandissante avec l'utilisation des téléphones portables et le 'tout à l'électrique' afin de diminuer nos rejets de CO₂ et réduire le changement climatique en cours. Par définition il est impossible d'exploiter durablement des ressources limitées. Néanmoins, afin de préserver les ressources pour l'avenir, une exploitation se doit d'être raisonnée et en accord avec les besoins et les aspirations des populations. Des alternatives peuvent et doivent être discutées durant l'exploitation même du site. Les Géoparks mondiaux UNESCO offrent une plateforme éducative et de discussion, ainsi qu'une visibilité accrue aux sites géologiques, y compris aux sites miniers et carrières actives ou abandonnées. Une meilleure connaissance de la géologie et de l'utilisation des ressources, un meilleur débat entre tous les acteurs sociétaux ayant trait aux sites géologiques est un gage d'une utilisation, plus en accord avec les besoins locaux, une exploitation plus raisonnée, ainsi qu'une durabilité de l'utilisation d'un site au-delà de l'exploitation.

Alors qu'un géoparc n'a pas vocation à interdire l'exploitation des matières premières, forcément indispensable à la vie de tous les jours pour la construction de maisons et d'infrastructures, la vente de fossiles, minéraux et roches est interdite par les instances du géoparc et ses partenaires. Il paraît logique qu'on ne puisse détruire de sites géologiques ailleurs alors qu'on essaye de les protéger dans le géoparc. Par contre, les minéraux travaillés par les populations locales en bijoux et autres objets est toléré. Une réflexion plus profonde sur les alternatives possibles, les filières raisonnées, labellisées serait la bienvenue sur ces questions.

L'expertise acquise durant la mise en place et le fonctionnement du Geopark Famenne-Ardenne en Belgique, avec ses six carrières actives et la collaboration avec le secteur touristique et plus précisément les grottes touristiques sur la question de la vente des minéraux est intéressante à partager dans ce cadre.

En effet, le Géoparc mondial UNESCO Famenne-Ardenne a pu voir le jour grâce à l'acceptation et le soutien des autorités locales qui ont d'abord voulu s'assurer que les carrières pourraient continuer leurs activités dans le cadre d'un Géoparc mondial UNESCO. L'exploitation du calcaire est une activité économique relativement importante dans la région. Le tourisme est une activité importante et à la base, pour une partie importante, du développement économique de la région depuis le 18^{ème} siècle. Alors que la vente de minéraux était un revenu important pour les grottes touristiques, elles ont réussi à s'adapter et ont préféré l'arrêt de la vente afin de s'assurer le partenariat du géoparc.

Dans le cadre du Géoparc mondial UNESCO, plusieurs projets de médiations sont en cours avec les carrières qui elles-mêmes sentent le besoin d'informer sur leurs activités en installant des points de vue avec des panneaux explicatifs au-dessus des sites d'exploitations. Le lien entre karst et minéralisations plomb-zinc, exploitées du 17^{ème} au 20^{ème} siècles, est mis en avant durant des excursions et dans les 'promenades géologiques'. Concernant la vente de minéraux, une alternative pourrait être discutée concernant l'utilisation par des artisans locaux des rejets de calcaires des carrières, afin de travailler la matière, y révéler fossiles et structures, éventuellement y adjoindre un texte explicatif et assurer un revenu pour ces artisans



et leurs revendeurs, tels que les grottes touristiques. Cela permettrait aussi à d'autres 'boutiques de minéraux' au sein du territoire de faire la conversion vers d'autres matières minérales moins destructrices du patrimoine minéral mondial. La question de la possibilité d'une filière labellisée de produits artisanaux 'geoparks' n'ayant pas d'incidence ou du moins une incidence réfléchie sur le géopatrimoine est posée. En général, l'interdiction pure et simple d'exploitation de sites paléontologiques ou à minéraux ne fonctionne pas toujours. Par contre, une réflexion et un accord avec les acteurs concernés est préférable.

Les géoparks mondiaux offrent un outil sociétal pertinent et efficace pour une réflexion sur l'utilisation des ressources. Au-delà des discussions, des actions d'amélioration et de durabilité des activités sont cruciales mais pas toujours évidentes à mettre en place. Le réseautage des Géoparks mondiaux UNESCO offre dans ce cadre une aide appréciable par les échanges d'expérience.



Figure : La Carrière abandonnée de Resteigne – UNESCO Global Geopark Famenne-Ardenne, Belgique.

Références

- Verheyden S., Quinif Y., Thys G., Delaby S., Hallet V., Petit A., Vankeerberghen S., Vankeerberghen M., 2020. Le Geopark Famenne-Ardenne, premier géoparc mondial UNESCO en Belgique. In Commission Wallonne d'Etude et de Protection des Sites Souterrains, 2020. Atlas du Karst Wallon, Bassin de l'Ourthe Calestienne. SPW-Editions Atlas – Environnement. 560p : 66-69.
- Verheyden S., Quinif Y., Delaby S., Hallet V., Petit A. and Vankeerberghen M., 2016. The Calestienne Lesse & Lomme Geopark – A first step to a structured valorisation of the karstic heritage in Belgium. In Cornée A., Egoroff G., De Wever P., Lalanne A., and Durenthon F., (Eds) Actes du colloque International "Les inventaires du Géopatrimoine" 22-26 Septembre 2015, Toulouse. Mémoire hors-série de la Société géologique de France 16, 368p. : 331-343.



Contribution de la géochimie sol et la géostatistique à la connaissance des potentialités minières dans un secteur du Massif du Chaillu

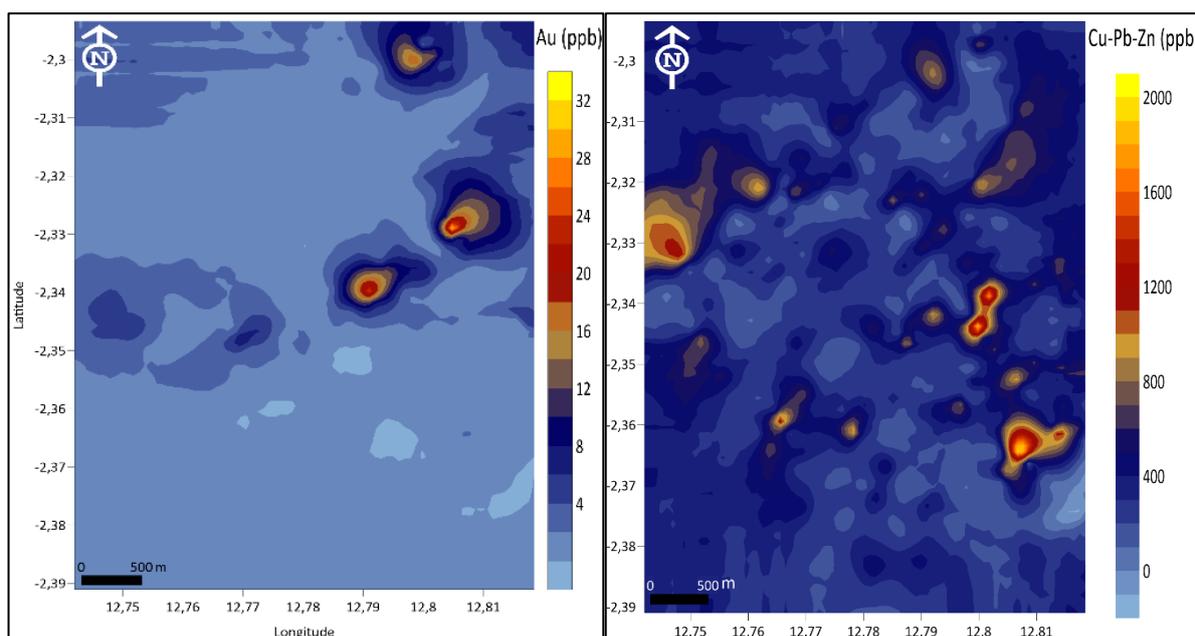
WATHA-NDOUDY Noël^{1,2*}, GANGA MAYOUMA Fridolin junior¹, NZILA Jean De Dieu³

1. Faculté des Sciences et Techniques, Brazzaville, République du Congo
2. Institut National de Recherche Forestière, Brazzaville, République du Congo.
3. Ecole Normale Supérieure, Brazzaville, République du Congo

* Email: nwathandoudy@gmail.com

La présente étude a été menée dans le but de cerner le potentiel minier dans le Massif du Chaillu. Un échantillonnage tous les 250 mètres le long de layons orientés N140° et espacés de 500 mètres a été appliqué pour un total de trois-cent-quarante-sept (347) échantillons. Les échantillons ont été prélevés à une profondeur se situant entre 20 et 40 cm sous l'horizon organique et analysés au Laboratoire SGS (France).

La méthode géochimique MMI (Ions Métalliques Mobiles) appliquée à l'exploration minière cible la phase métallique exogène du milieu échantillonné, transportée depuis la source en solution. Les anomalies exogènes se forment théoriquement dans les sols directement à l'aplomb de gisements sulfurés par migration verticale des ions métalliques à travers le système hydromorphe. Les données d'analyses géochimiques de type MMI-M5 sur des sols prélevés ont ainsi fait l'objet d'analyses statistiques mono et multivariée, et géostatistiques.



Cartes de distribution des anomalies en a) Or (Au) ; b) en polymétaux (Cu-Pb-Zn).

L'analyse monovariée a permis de cerner la dispersion des éléments chimiques (Ag, As, Au, Bi, Cu, Fe, Ni, Pb, Pd et Zn) et les teneurs anomaliqes en Au (≥ 12 ppb), Fe (≥ 500 ppb), Cu (≥ 1550 ppb), Pb (2000 ppb), Zn (≥ 575 ppb). L'Analyse en Composante Principale (ACP) a confirmé la présence de deux associations chimiques en Au-Bi-As-Fe-Pd et Ag-Ni-Cu-Pb-Zn fortement corrélées aux argiles brunâtres à grisâtres, issues de l'altération des gneiss et schistes cristallins, et aux latérites graveleuses qui sont le produit d'altération des quartzites ferrugineux. La géostatistique a permis de visualiser les zones anomaliqes en Au, Fe, Cu-Pb-



Zn. Les anomalies ponctuelles en or pourraient indiquer une présence d'une source primaire d'or à l'aplomb de l'anomalie aurifère si une continuité géochimique excellente entre la minéralisation aurifère primaire et sa signature en surface est avérée. L'or serait donc associé aux BIFs et à des filons de quartz liés aux zones de cisaillement alors que l'association des anomalies en Cu-Pb-Zn indiquerait la présence d'une minéralisation en polymétaux, encore inconnue dans la zone.

Références

- Bellehumeur, C., 1992. Applications des techniques géostatistiques et d'analyse multivariée à l'interprétation des relevés géochimiques régionaux. Thèse Univ. Québec. Montréal. 241p.
- Boudries, A. & Mezghache, H., 2019. Géostatistique et répartition spatiale des différents types de marbre dans le gisement de filfila – skikda – Algérie nord orientale. Rev. Sci. Technol., synthèse 25(1), 16-32.
- De Tudert, P., 2011. Caractérisation des gîtes aurifères associés aux formations archéennes de la ceinture de roches vertes de Mayoko, massif du Chaillu (Congo). Mémoire ingénieur, institut polytechnique Lassalle Beauvais, France. N°463. 108p.
- Ganga Mayouma, F. J., 2022. Evaluation des ressources et modélisation de la minéralisation ferrifère dans le secteur de Nabemba : application géostatistique (Socle d'Ivindo, Congo). Mémoire de master, Univ. Marien Ngouabi. Brazzaville. N°4097. 83p.
- GM 61214, 2004. Campagne d'échantillonnage pédogéochimique de type MMI à des fins d'évaluation diamantifères au sein du projet la trève, région de Chapais-Chibougama. Energie et Ressources Naturelles. Québec. 289p.
- Watha-Ndoudy, N., 1993. Caractéristiques morphologiques et géochimiques des grains d'or ; application à la prospection des placers de Mayoko, (Congo). Thèse. INPL Nancy, France, 371p.
- Zalee, A., Kagambega, N., Koussoube, Y., 2018. Apport de la géochimie sol dans la reconnaissance de potentialités aurifères en contexte de cuirasse latéritique. Cas de Foutouri au Burkina Faso. Annale Univ. Ouaga 1. Série c, vol. 14. 13p.
- Zeegers, H., Lucas, Y., Laville-Timsit, I., 1985. Dispersion de l'or dans les sols et altérites à l'aplomb du gîte primaire d'espérance (Guyane). BRGM, ORSTOM, Guyane. 36p.
- Lecomte, P, Colin, F., 1989. Gold dispersion in a tropical rainforest weathering profile at Dondo Mobi, Gabon. Journal of Geochemical Exploration 34(3), 285-301.
- Bouchot, V., Feybesse, J.-L., 1996. Palaeoproterozoic gold mineralization of the Etéké Archaean greenstone belt (Gabon): its relation to the Eburnean orogeny. Precambrian Research 77(3-4), 143-159.



Une approche asymptotique pour décrire l'ensablement des fleuves ou des rivières

WELLOT Yanick Alain Servais*, NGAMOUIYIH-MOUSSATA C. S., NKOUNKOU H.,
DJAOKAMLA T.

École Normale Supérieure, Université Marien Ngouabi, République du Congo

* Email : yanick.wellot@umng.cg

Ce travail propose une approche asymptotique pour décrire l'ensablement des rivières ou des fleuves. L'approche proposée est basée sur l'hypothèse que l'ensablement des rivières ou des fleuves peut s'expliquer par un comportement asymptotique près des courbes de choc des équations régissant les dépôts de sédiments. Le calcul du premier terme de développement asymptotique est ensuite effectué et un exemple illustrant l'approche proposée est présenté. Une application numérique est présentée, par la simulation numérique obtenue grâce à des codes Matlab.

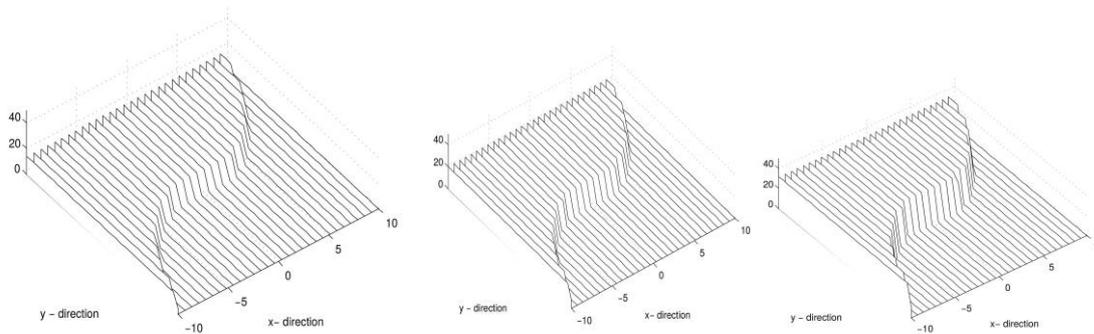


Figure: *Illustration of the asymptotic behaviour of the bed silting near a shock line for increasing time.*



Exploitation artisanale des ressources minières et impact sur l'environnement. Cas de la carrière Roachi Maning dans le Haut Katanga

YABALE Patience *

République démocratique du Congo

* Email : patienceyabale@gmail.com

La province du Haut Katanga est riche en ressources naturelles. Dans cette province, il y a des gisements de cuivre, cobalt, zinc, plomb, etc. Nous étudions l'impact sur l'environnement de l'exploitation des ressources minières artisanales dans le cas de la carrière Roachi Maning. Cela nous amène à considérer l'exploitation minière artisanale, toute activité par laquelle un exploitant ou groupe de gens se livrent, dans une zone d'exploitation artisanale à l'extraction et à la concentration des substances minérales en utilisant des outils des méthodes et des procédés non industriels conformément aux dispositions du présent code 22. Dans cette carrière nous avons vu toutes catégories des personnes : hommes, femmes, enfants à l'âge scolaire et personnes de troisième âge. Ces travailleurs aussi appelés creuseurs extraient dans des mines à ciel ouvert. L'extraction se fait manuellement c'est-à-dire cassage manuel avec pioches, marteaux, pelles, etc. Les conditions de travail dans le secteur d'exploitation artisanale sont mauvaises. Les exploitants ne sont pas protégés, l'environnement est pollué et la vie sociale est négligée.



Inventaire, évaluations et valorisation du patrimoine géologique du Sénégal en vue d'obtenir le Géoparc de Dindéfélo à Kédougou comme site pilote

YOUM Cheikh Ibrahima*

Faculté des Sciences et Techniques, Université Cheikh Anta Diop de Dakar, Sénégal.

* Email : youmanegeos@gmail.com; cheikhibrahima.youm@ucad.edu.sn

Au Sénégal, l'importance de la géodiversité a longtemps été négligée au profit de la protection des sites historiques, préhistoriques et de la biodiversité. Cependant, il est désormais reconnu qu'elle est un véritable réservoir de biodiversité, offrant des refuges écologiques pour de nombreuses espèces menacées et surtout un des éléments clés pour le développement durable. Cette prise de conscience a conduit en 2021, le Ministère des Mines et de la Géologie à la mise en place d'une stratégie de géovalorisation des géosites exceptionnels, dans un objectif de conservation et de valorisation du patrimoine géologique. Le site pilote retenu est la Réserve Naturelle Communautaire de Dindéfélo (RNCD) dans la région de Kédougou. Cette initiative de mise en place de Géoparc, vise à sensibiliser la population à l'importance des caractéristiques géologiques du pays en menant des inventaires précis des sites géologiques. Des techniques modernes, telles que l'utilisation de drones, sont utilisées pour cartographier ces sites. Des panneaux directionnels sont installés pour guider les visiteurs, et des campagnes de communication sont déployées pour informer le public. Des supports de guide et des cartes touristiques facilitent la visite des sites, tandis que des ateliers de formation améliorent les connaissances des guides locaux sur la géologie pour des fins géotouristiques.

L'objectif central de la création de Géoparcs est de mettre en valeur la géodiversité, favoriser le Géotourisme, sensibiliser le public sur son importance et contribuer à sa préservation à long terme. Ces actions visent à offrir une expérience éducative et enrichissante aux visiteurs tout en soutenant le développement durable des communautés locales sénégalaises. En fin de compte, la conservation intégrée de la géodiversité et de la biodiversité constitue un élément clé pour un avenir durable au Sénégal.



Valorisation de la paléobiodiversité et de la géodiversité des aires protégées de la région d'Akanda (bassin côtier nord gabonais)

YAKOUYA -MOUBAMBA Urlain Gaël*, MOUGOLA Wilma Linda-Belle, MOUSSAVOU Benjamin

Université des Sciences et Techniques de Masuku, Franceville, Gabon

* Email : yurlaingael@yahoo.fr

Le Gabon abrite seize parcs et zones protégées le long de son littoral, s'étendant sur 800 km (Teisserenc & Villemin, 1990). La délimitation de ces aires protégées s'est principalement basée sur des études scientifiques de la biodiversité de la faune et de la flore, cependant la géodiversité, qui est une composante essentielle de la nature (Brilha et al., 2018), n'a pas reçu la même attention.

Afin de remédier à cette lacune, des investigations géologiques ont été menées au cours des dernières années dans les aires protégées de la commune d'Akanda. Ces études avaient pour objectif de mettre en évidence le patrimoine géologique de ces aires protégées, dont la valorisation passerait notamment par la mise en place de parcours géotouristiques au sein de celles-ci.

Les résultats de ces études révèlent que le patrimoine géologique des aires protégées de la commune d'Akanda comprend notamment une paléobiodiversité exceptionnelle, constituée d'une macrofaune marine abondante, ainsi que des particularités lithologiques et sédimentologiques remarquables. Ainsi, ce patrimoine présente un intérêt scientifique évident dont les résultats pourront servir à des fins pédagogiques. La découverte in situ de ce patrimoine présente également un intérêt touristique.

Il est donc nécessaire de sensibiliser le grand public, les gestionnaires des aires protégées et les acteurs du tourisme à l'importance de la géodiversité et de promouvoir une approche holistique de la conservation de la nature, en reconnaissant la valeur des éléments géologiques des aires protégées du Gabon. Cela permettra de diversifier l'offre touristique en offrant aux visiteurs une expérience enrichissante et éducative axée sur la découverte de la paléobiodiversité et de la géodiversité de ces sites.

Références

- Brilha, J., Gray, M., Pereira, D.I. & Pereira, P, 2018. Geodiversity: An integrative review as a contribution to the sustainable management of the whole of nature. *Environmental Science and Policy* 86, 19-28.
- Rémy, M., 2005, *Le Gabon aujourd'hui*. Les éditions du Jaguar, Paris, 271p.
- Teisserenc, P. & Villemin, J., 1990, Sedimentary basin of Gabon. *Geology and oils systems*. In: Edwards, J.D. & Santogrossi, P.A. (Eds), *Divergent/Passive margin basin*. *Bulletin American Association Petroleum Geologists* 48, 117–199.

