



HAL
open science

Lacs Monoun et Nyos au Cameroun: quand la nature, la science et les pensées autochtones africaines se confrontent!

Paul Alain Nana, Moïse Nola

► To cite this version:

Paul Alain Nana, Moïse Nola. Lacs Monoun et Nyos au Cameroun: quand la nature, la science et les pensées autochtones africaines se confrontent!. Liaison Energie Francophonie, 2021, Ecosystèmes et zones humides en Francophonie: préservation, restauration et valorisation pour la survie de la biodiversité, 116. hal-03322906

HAL Id: hal-03322906

<https://uca.hal.science/hal-03322906>

Submitted on 20 Aug 2021

HAL is a multi-disciplinary open access archive for the deposit and dissemination of scientific research documents, whether they are published or not. The documents may come from teaching and research institutions in France or abroad, or from public or private research centers.

L'archive ouverte pluridisciplinaire **HAL**, est destinée au dépôt et à la diffusion de documents scientifiques de niveau recherche, publiés ou non, émanant des établissements d'enseignement et de recherche français ou étrangers, des laboratoires publics ou privés.



Distributed under a Creative Commons Attribution 4.0 International License

Lacs Monoun et Nyos au Cameroun : quand la nature, la science et les pensées autochtones africaines se confrontent !



Paul-Alain NANA

Paul-Alain Nana est enseignant chercheur au Département d'Océanographie à l'Institut des Sciences Halieutiques (ISH) de l'Université de Douala à Yaoundé au Cameroun. Après sa thèse de doctorat soutenue en 2015 à l'Université de Yaoundé I au Cameroun dans la spécialité hydrobiologie et environnement, il a effectué de 2016 à 2019 un stage postdoctoral au Laboratoire Microorganismes : Génome et Environnement (LMGE) à l'Université Clermont Auvergne (France). Ce stage était axé principalement sur l'étude des microorganismes (procaryotes et virus) de quelques lacs volcaniques du Cameroun et des écosystèmes côtiers et marins. Éducateur environnemental et auteur de plusieurs publications scientifiques, Paul-Alain a contribué au montage et à la mise en œuvre de plusieurs projets de développement au Cameroun. Il a également participé significativement à plusieurs rencontres internationales sur les questions environnementales (biodiversité, écologie, eau et assainissement, développement durable, changement climatique, fonds vert pour le climat, etc.).



Moïse NOLA

Moïse Nola a soutenu une thèse de doctorat 3^e cycle en 1996 à l'Université de Yaoundé I, puis une thèse de doctorat d'État dans la même université en 2005. Il a effectué plusieurs séjours scientifiques en France au Laboratoire de Protistologie à l'Université Blaise Pascal de Clermont-Ferrand II, au Laboratoire Microorganismes : Génome et Environnement (LMGE) à l'Université Clermont Auvergne, au Laboratoire des Procédés Biologiques Génie Enzymatique et Microbien (ProBioGEM) à l'Université de Lille 1, et en Belgique au Laboratoire d'Écologie des Systèmes Aquatiques (ESA) à l'Université Libre de Bruxelles. Plusieurs explorations postdoctorales axées sur le rôle des bactéries et virus dans le fonctionnement des écosystèmes lacustres ont été effectuées dans les lacs Nyos et Monoun au Cameroun. M. Nola est auteur de nombreuses publications et a dirigé plusieurs thèses de doctorat, toutes dans le domaine de la microbiologie de l'eau et de l'environnement. Il est actuellement professeur titulaire au Laboratoire d'Hydrobiologie et Environnement de la Faculté des Sciences à l'Université de Yaoundé I au Cameroun.

Le 15 août 1984 au lac Monoun et le 21 août 1986 au lac Nyos, respectivement 37 et 1746 personnes ont trouvé la mort suite à des émanations gazeuses. L'explosion du lac Monoun étant de moindre ampleur, c'est celle de Nyos qui attirera l'attention du gouvernement camerounais et des chercheurs du monde entier sur ce phénomène inédit dans ces deux écosystèmes tristement célèbres.

Les lacs Monoun et Nyos, écosystèmes très particuliers, sites scientifiquement, sociologiquement et politiquement stratégiques, sont situés sur l'alignement volcanique du Cameroun (cratères volcaniques formés lors d'éruptions où, lors de son ascension, le magma a rencontré des nappes phréatiques profondes). Ces deux lacs stockent sous forme dissoute dans leurs profondeurs de grandes quantités de gaz toxique. Aussi, la communauté microbienne, extrêmement variée, qui colonise ces lacs est capable, elle aussi, de produire, stocker et relâcher des gaz. Ces particularités ont valu à ces lacs d'être répertoriés sous le nom de « lacs tueurs ».


nanapaul4life@yahoo.fr
moise.nola@yahoo.com

Malgré les résultats pertinents qui ont précédé l'installation de dispositif de dégazage, et faute d'une réelle promotion des résultats scientifiques, la société camerounaise et particulièrement les autochtones sont restés jusqu'ici très divisés sur les origines du gaz. Pour les uns, il s'agirait des effets d'une bombe et pour d'autres, d'un phénomène mystique associé à la religion. En clair, le fossé qui existe entre sciences, scientifiques et sociétés est bien perceptible. Pour une construction solide et durable de l'Afrique noire en général, une nouvelle dynamique et une synergie de toutes les composantes sociétales face à la science ne s'imposent-elles pas? En s'appuyant sur les catastrophes meurtrières de ces deux lacs, nous présentons ici la fracture qui existe entre la science et les sociétés africaines encore ancrées dans les croyances autochtones.

En Afrique subsaharienne en général et au Cameroun en particulier, il existe une fracture profonde entre la science et la société. Le sociologue camerounais Jean-Marc Ela^[1] l'a décrit sans ambiguïté: «La science est loin d'être au centre des préoccupations actuelles des sociétés africaines (...)». Dans la tourmente qui frappe le continent noir (pauvreté, maladies, chômage, guerres, catastrophes naturelles...), les générations d'Hommes doutent de l'utilité même de la science. Elles se demandent à quoi elle sert et si elle n'est pas un luxe face aux urgences de survie au quotidien^[1]. À l'heure des bouleversements écologiques, politiques, économiques et culturels mondiaux, les africains en particulier sont de plus en plus appelés à être acteurs d'un environnement qui se complexifie et se diversifie: changement climatique, nouvelles technologies de l'information et de communication, démocratie participative, entrepreneuriat, Objectifs de développement durable (ODD)... C'est au cœur des territoires que se construiront ces liens produits à la fois de la volonté des pouvoirs publics et des scientifiques afin de rendre compte à leurs concitoyens des avancées de la recherche et d'une volonté de co-construction durable avec l'ensemble des acteurs des régions dans lesquelles ils sont impliqués. Il est désormais reconnu que la science et la technologie ne peuvent plus se développer indépendamment des valeurs culturelles et sociétales^[2]. L'influence que la science et la technologie exercent sur une société donnée constitue probablement l'élément le plus important à considérer, mais aussi le plus difficile à cerner... Cette difficulté à considérer et à cerner la science et les résultats scientifiques est en partie liée à un manque de culture scientifique d'un peuple autochtone jusqu'ici très ancré dans certains mythes et croyances, mais aussi peu informé du métier de la recherche scientifique. Notre essai présente une somme de réflexions sur ce que nous pensons de la promotion de la culture scientifique et technique en Afrique noire. Cet

essai présente l'intérêt d'une vulgarisation des résultats scientifiques au sein d'un peuple encore très attaché à ses valeurs culturelles. Le phénomène choisi pour étayer notre pensée et notre vision repose sur les catastrophes meurtrières des lacs Monoun et Nyos au Cameroun et les grandes avancées scientifiques qui les ont suivies.

■ Description des sites

Lac Monoun (Photos 1)

Localisé dans le département du Noun, région de l'Ouest Cameroun, le lac Monoun est situé entre 05°35' Nord et 10°35' Est. Il a une superficie d'environ 0,31 km² et une profondeur maximale de 100 m^{[3][4]}. La rivière Panke qui s'écoule vers le nord n'alimente que la couche supérieure du lac située entre 0 et -15 m. Ce lac comprend trois zones de profondeurs différentes (ou bassins) avec des conditions



Crédit photos: Paul-Alain Nana, Novembre 2016

Photos 1. Lac Monoun

physico-chimiques propres. Le bassin principal et le central ont respectivement pour profondeurs -98,5 et -55 m. Le troisième bassin est peu profond (12 m). La plus grande quantité de dioxyde de carbone (CO₂) est contenue dans le bassin principal et a été estimée à environ 10 million de m³ peu de temps après les éruptions de gaz de 1984.

Lac Nyos (Photos 2)

Le lac Nyos est localisé dans le département de Wum, région du Nord-Ouest Cameroun; entre 06°26'23" Nord et 10°18'23" Est. Il est subcirculaire et compte une superficie de 1,58 km². Sa profondeur maximum est d'environ 210 m^[5]. Sa colonne d'eau peut être divisée en trois sections séparées l'une de l'autre par une thermocline supérieure et une inférieure. La première couche (épilimnion) s'étend entre 0 et -55 m où l'eau est mélangée de manière convective par an pendant la saison sèche. En raison de



Crédit photos : Moïse Nola, avril 2015

Photos 2. Lac Nyos

l'échange avec l'atmosphère et de la dilution par l'eau de pluie, cette couche a une faible concentration en dioxyde de carbone (CO₂) et une conductivité électrique basse. La deuxième couche (métalimnion) s'étend de -55 m à -180 m et la troisième couche (hypolimnion) de -180 m à -200 m. Une quatrième couche (monimolimnion) se trouve à partir de -200 m^{[6][7]}.

Collecte et traitement des données

Les informations ont été collectées à travers entretiens et recherches bibliographiques. Ainsi, 32 personnes (11 à Nyos et 21 à Monoun), constituées principalement de survivants et riverains autochtones ont été interviewées (Photos 3).

La technique de séquençage à haut débit a été utilisée pour l'étude de la diversité microbienne sur des échantillons d'eau prélevés à différentes profondeurs des lacs. Les paramètres physico-chimiques ont été évalués suivant des techniques appropriées, soit sur les sites ou sur des échantillons ramenés au laboratoire.

Rappel historique des catastrophes meurtrières des lacs Monoun et Nyos

Le 15 août 1984 et le 21 août 1986, des explosions, suivies d'émanations de gaz toxiques ont été observées, respectivement aux lacs Monoun et Nyos. De nombreux



Crédit photos : Paul-Alain Nana, avril 2015

Photos 3. Village Nyos. Trente (30) ans après la catastrophe, la vie a repris son cours au village

Camerounais, environ 37 à Monoun et 1746 à Nyos, ont trouvé la mort dans leur sommeil^{[8][9]}. Tout s'est passé très vite, comme si leur âme avait quitté leur corps dans un souffle de vent. Les victimes, accompagnées de milliers de têtes de bétail, d'oiseaux et d'animaux sauvages, ont péri suite à ces catastrophes. La catastrophe de Monoun était de moindre ampleur, mais celle de Nyos a été très médiatisée et a attiré plusieurs scientifiques du monde entier qui ont tenté de comprendre ce phénomène inédit. Les résultats des études et la surveillance post-catastrophe ont indiqué que le taux de CO₂ dans les lacs augmente rapidement avec la profondeur, ce qui indique que l'accumulation de ce gaz au fond du lac et son relâchement accidentel en surface serait la cause des catastrophes.

Le CO₂ provenant du dégazage naturel des réservoirs magmatiques situés en profondeur, rejoint le fond du lac par des fissures et s'y accumule sous forme dissoute^[8]. C'est pour cette raison qu'en 2001 à Nyos, un énorme tube a été installé au fond du lac afin de conduire le gaz directement vers la surface. Deux tubes supplémentaires ont été installés en 2011 pour renforcer ce dispositif de dégazage. En 2003, un dispositif similaire, qui n'est plus fonctionnel de nos jours, a été installé au lac Monoun. Face à la cohorte de journalistes, de politiciens et scientifiques, les autochtones rescapés et réfugiés loin de leurs villages respectifs ont été tenus à l'écart de toutes les manœuvres. Meurtris par la disparition de leurs proches, mal informés et faute de leur implication dans les processus post-catastrophiques, 9,4% de survivants et riverains interviewés ont affirmé qu'il s'agissait d'un essai nucléaire. Aussi, 78,13% ont soutenu la thèse d'un phénomène mystico-religieux. Seuls 12,47% des interviewés ont compris qu'il s'agissait d'un phénomène scientifiquement explicable.

Un autre lac qui héberge une quantité considérable de gaz (CO₂ et CH₄) est le lac Kivu, situé entre le Rwanda et la République Démocratique du Congo. Comme les lacs Monoun et Nyos, le lac Kivu est méromictique et abrite plus de 2 millions de personnes sur ses rives. Selon les dernières estimations, entre 250 et 300 km³ de CO₂ et 55 à 60 km³ de CH₄ seraient retenus dans les profondeurs du lac, néanmoins, depuis mars 2017, un dispositif de dégazage a été installé^[10].

L'histoire des lacs Monoun et Nyos serait similaire à celle du lac Pavin en France qui aurait connu, selon certains recoupements historiques non avérés, une explosion dans l'antiquité^[11].

■ Fracture entre sciences et société

Sur le continent noir, les populations ont difficilement accès aux savoirs scientifiques et dans toutes les disciplines (sciences dures, sciences sociales, sciences fondamentales, sciences économiques et politiques, médecine, etc...). Ceci s'explique par un certain nombre de facteurs. La plupart des pays en Afrique subsaharienne sont dépourvus d'institutions pérennes dédiées à la diffusion des données et résultats scientifiques comme des musées ou centres de diffusion. De plus, il n'y a que peu d'associations ou de médias spécialisés dans ce domaine. Les quelques structures existantes manquent de moyens, d'expérience, de professionnalisme et de soutien institutionnel. Par ailleurs, les producteurs de sciences ou de technologies que sont les universités, les organismes de recherche et les chercheurs indépendants se lancent rarement dans des actions de communication vers le grand public (foires, expositions scientifiques, grandes campagnes de communications scientifiques...). De surcroît, d'après Sabrié^[12], «les médias apparaissent peu comme des vecteurs d'information scientifique auprès des populations, et les revues de vulgarisation sont quasi inexistantes». Enfin, même en faisant abstraction des taux d'analphabétisme plus élevés qu'ailleurs sur le continent africain, l'école et les universités ne s'affirment pas comme le moyen privilégié de transmission des connaissances scientifiques. Souvent cantonnées à des enseignements académiques, en sureffectif et dépourvues de ressources pédagogiques modernes (laboratoires sous-équipés et vétustes, voire même inexistantes), les écoles et universités africaines sont, en général, peu attractives. Ainsi, pour toutes ces raisons, par manque de médiateurs et d'outils de médiation, un important fossé existe dans cette partie du monde entre la science et la société, entre une élite qui a accès à la culture scientifique et ceux très nombreux qui ne peuvent bénéficier des connaissances qu'elle produit. Cet éloignement entre les sciences et les peuples autochtones contribue de façon significative à l'ancrage de la société africaine dans les mythes et croyances ancestrales, qui se perpétuent de générations en générations jusqu'à aujourd'hui.

■ Nécessité d'une vulgarisation et d'une alphabétisation scientifique

Bien utilisée, la science peut améliorer la qualité de la vie humaine, puisque c'est d'elle que proviennent les connaissances nécessaires à la résolution des problèmes qui

détériorer cette qualité. Dans cette perspective et d'après Fourez^[13], les sciences ne doivent pas rester dans leur tour d'ivoire, mais au contraire se mettre au service d'un progrès. Ce courant, qui met l'accent sur les relations entre scientifiques et société va spécifier des objectifs concrets très clairs : par exemple former les populations à la prévention des risques, aux premiers secours... D'après Solomon^[14], la science est présentée comme supérieure, utile et salutaire, lorsqu'elle est vulgarisée et appliquée à bon escient. Cependant, faute de vulgarisation, ce n'est plus la science des citoyens, mais la science d'une élite minoritaire qui est capable de proposer, voire d'imposer des remèdes à nos maux. Fourez^[13] ne perçoit pas la science comme une fin en soi, mais plutôt comme une médiation devenue nécessaire à la vie sociale. Il ne considère plus les sciences modernes comme produisant des vérités absolues, universelles et atemporelles, mais plutôt comme une manière particulière d'aborder la connaissance qui s'est instituée en Occident, s'y est révélée très efficace et imposée, ou a été imposée au reste du monde ignorant de ce fait des croyances et pensées autochtones. D'après le Prince Dika-Akwa et Nya^[15], « le chercheur africain et le chercheur occidental de l'époque de la décolonisation ne sauraient avoir la prétention d'avancer la science dans la connaissance de l'Afrique, s'ils continuent à ignorer l'expérience propre à l'Afrique, les racines socio-épistémologiques de son savoir spécifique, la logique interne qui sous-tend le développement de ses sociétés et l'indissociabilité des phases « traditionnelles » et « modernes » de celle-ci ». Néanmoins, nous pensons qu'il est temps que la recherche en Afrique noire sorte de sa torpeur sociologique.

Faits scientifiques élucidant le « mystère » des catastrophes de Monoun et Nyo

Ces deux lacs sont situés sur l'alignement volcanique du Cameroun. Ce sont des cratères volcaniques formés lors d'éruptions où, lors de son ascension, le magma a rencontré des nappes phréatiques profondes. Par la suite, ces cratères se sont comblés d'eau. Cette masse d'eau, pouvant dépasser 200 m de profondeur, est capable de stocker des gaz, à l'état dissous, provenant des magmas en profondeur. Si un événement (glissement de terrain dans le lac ou perturbation volcanique) se produit et détruit l'équilibre établi, l'eau des parties profondes du lac est remontée vers la surface, ce qui provoque l'exsolution du gaz (sortie des gaz du liquide). Il se développe alors une « éruption » gazeuse libérant une grande quantité de gaz toxique dans l'atmosphère. Cette particularité vaut à ces lacs d'être répertoriés sous le nom de « lacs tueurs ». Les deux lacs sont des lacs appelés méromictiques, c'est-à-dire qu'ils ont

des fonds riches en CO₂ et des colonnes d'eau stratifiées. La stratification est due à la variation des différents paramètres physico-chimiques : l'oxygène dissous (O₂), le CO₂, le potentiel d'hydrogène (pH), la température, la turbidité, la conductivité électrique, les matières en suspension, la résistivité, le potentiel redox, l'alcalinité, les ions nitrate, nitrite et phosphates, la couleur, etc.

Une autre composante, non négligeable dont le rôle mérite d'être mentionné, est la communauté microbienne qui peuple ces lacs. Les résultats de nos récentes recherches, grâce aux analyses métagénomiques, mettent en lumière une large diversité de microorganismes tout au long de la colonne d'eau stratifiée. Les groupes majoritaires sont entre autres les *Gammaproteobacteria*, les *Actinobacteria*, les *Firmicutes*, les *Betaproteobacteria*^[16]. Nos résultats corroborent ceux de Tiodjio *et al.*^[17] qui ont effectué leurs analyses par la technique de la réaction en chaîne par polymérase (PCR : polymerase chain reaction). Ces microorganismes participent au maintien de la zone dépourvue d'oxygène en produisant notamment du méthane. La microscopie électronique à transmission et la technique de la cytométrie en flux ont permis de mettre en évidence des virus le long des colonnes d'eau des lacs. Les virus phages jouent un rôle déterminant (qualitativement et quantitativement) dans le contrôle des communautés bactériennes par leur abondance, leur diversité et leur impact sur la mortalité et la distribution des procaryotes^{[18][19]}. Cependant, la matière organique des hôtes lysés n'est pas transférée aux niveaux supérieurs du réseau trophique, mais est recyclée dans la fraction dissoute et à nouveau disponible pour l'activité bactérienne, d'où le concept de « shunt-viral » (« court-circuit » de la boucle microbienne) ou de boucle virale, ce qui confère aux virus un rôle clé dans les cycles biogéochimiques et le recyclage des éléments^{[20][21]}. Pour le cas des lacs Monoun et Nyo, ce processus serait responsable du détournement d'une quantité considérable du flux de carbone initialement photosynthétisé, allant vers les consommateurs secondaires.

Dans un contexte de globalisation et de changements permanents, il est incontestable que le développement durable de l'Afrique noire passera aussi par une promotion de la culture scientifique et technique en son sein. Les résultats et progrès scientifiques méritent d'être vulgarisés afin que les communautés comprennent mieux l'importance de la science et de la technologie dans tous les domaines de la vie et dans leur quotidien. Il est donc important de créer des synergies entre les programmes de recherche, les chercheurs, les universitaires et des initiatives communautaires, en développant le concept de la science participative. Ceci devrait se matérialiser par l'organisation d'activités non formelles telles que concours,

foires, festivals, camps, expositions itinérantes, en collaboration avec les gouvernements, les autorités traditionnelles, les organisations non gouvernementales, les institutions spécialisées, des associations locales, les médias etc. Pour certaines recherches, notamment environnementales, on doit même envisager la participation de la société dans les protocoles d'étude (enquêtes, témoignages, alertes, etc). Même si le vrai problème reste toujours les pensées et les croyances autochtones, propres à chaque culture, on s'accorde de plus en plus à reconnaître l'importance et la valeur du savoir endogène et son adéquation fonctionnelle à l'environnement socioculturel et économique, face au savoir scientifique et technique moderne et universel, qui impose son pouvoir uniformisateur et dépersonnalise les cultures. À cette situation déclarait Amadou-Mahtar M'Bow^[2], ancien directeur général de l'Unesco: «Dès qu'il est conçu comme global, le développement ne peut plus être l'extension directe au monde entier des connaissances, modes de pensée, modes de vie ou expériences propres à une seule région du globe; il faut mettre chaque développement local en relation avec ses valeurs et sa culture propre». 🌿

■ Remerciements

Plusieurs personnes ont contribué à la rédaction de cet article. Qu'ils reçoivent nos sincères remerciements. Il s'agit de: **Jean-Marcel Morel** (Terramater, France), **Geneviève Bricheux** (CNRS-LMGE, France), **Zéphyrin Fokam** (Université de Bamenda, Cameroun), **Dickson Achuo Enah** (Université de Yaoundé I, Cameroun), **Pierre Ngassam** (Université de Yaoundé I, Cameroun) et **Télesphore Sime-Ngando** (CNRS-LMGE, France). Les auteurs adressent leurs vifs remerciements aux riverains des villages Monoun et Nyos qui ont collaboré dans le cadre de cette étude.

■ Références bibliographiques

[1] Ela, J.-M., 2008. *Les cultures africaines dans le champ de la rationalité scientifique*. Paris: Édition Harmattan, 210 p.

[2] Unesco, 1976. Le monde en devenir, Paris, Annexe, paragraphe 15.

[3] Kling, G.W., Evans, W.C., Tanyileke, G., Kusakabe, M., Ohba, T., Yoshida, Y. et Hell, J.V., 2005. Degassing Lakes Nyos and Monoun: defusing certain disaster. *Proc. Natl. Acad. Sci. U. S. A.* 102, 14185–14190.

[4] Kusakabe, M., Ohba, T., Issa, Yoshida, Y., Satake, H., Ohizumi, T., Evans, E.W., Tanyileke, G. et Kling, G.W., 2008. Evolution of CO₂ in Lakes Monoun and Nyos, Cameroon, before and during controlled degassing. *Geochem. J.*, 42, 93–118.

[5] Nagao, K., Kusakabe, M., Yoshida, Y. et Tanyileke, G., 2010. Noble gases in Lakes Nyos and Monoun, Cameroon. *Geochem. J.*, 44, 519–543, <https://doi.org/10.2343/geochemj.1.0101>.

[6] Kusakabe, M., 2015. Evolution of CO₂ content in Lakes Nyos and Monoun, and sub-lacustrine CO₂-recharge system at Lake Nyos as

envisaged from CO₂/3 Heratios and noble gas signatures. In: Rouwet, D., Christenson, B., Tassi, F., Vandemeulebrouck, J. (Eds.), *Volcanic Lakes*. Springer, Heidelberg, 427–450, DOI 10.1007/978-3-642-36833-2_18.

[7] Kusakabe, M., 2017. Lakes Nyos and Monoun gas disasters (Cameroon)—Limnic eruptions caused by excessive accumulation of magmatic CO₂ in crater lakes. *GEochem. Monogr.*, 1, 1–50, doi:10.5047/gems.2017.00101.0001.

[8] Sigurdsson, H., Devine, J.D., Tchoua, F.M., Presser, T.S., Pringle, M.K.W. et Evans, W.C., 1987. Origin of the lethal gas burst from lake Monoun, Cameroon. *J. Volcanol. Geotherm. Res.*, 31, 1–16.

[9] Sigvaldason, G.E., 1989. International conference on Lake Nyos disaster, Yaounde, Cameroon 15–20 March 1987: Conclusions and recommendations. *J. Volcanol. Geotherm. Res.*, 39, 97–107.

[10] Deveaux, J., 2017. Afrique: les lacs qui tuent sous contrôle. *Geopolis Afrique*, Publié le 04/06/2017 à 11H42, mis à jour le 04/06/2017 à 12H59.

[11] Sime-Ngando, T, Boivin, P., Chapron, E., Jezequel, D. et Meybeck, M., 2016. Lac Pavin - History, geology, biogeochemistry, and sedimentology of a deep meromictic maar lake. Springer, the Netherlands, 421 p, DOI: 10.1007/978-3-319-39961-4.

[12] Sabrié, M.-L., 2010. Promouvoir la culture scientifique et technique en Afrique. *La Lettre de l'OCIM*, 128, 5–11.

[13] Fourez, G., 1994. *Alphabétisation scientifique et technique. Essai sur les finalités de l'enseignement des sciences*. Bruxelles: De Boeck-Université, 220 p.

[14] Solomon, J., 1994. Knowledge, value and the public choice of science knowledge. In J. Solomon and G. Aikenhead (Eds STS Education. International Perspectives on Reform. *New York and London, Teachers College*, 99–110.

[15] Dika-Akwa et Nya, B., 1982, *Les problèmes de l'Anthropologie et de l'histoire africaines*, Yaoundé, Éditions Clé, 372 p.

[16] Nana, P.A., Nola M., Bricheux, G., Fokam, Z., Ngassam, P., Colombet, J., Vellet, A., Mone, A., Ravet, V., Debrosas, D., Sime-Ngando T., 2020. Diversity and structure of the prokaryotic communities indigenous to two volcanic lakes (Nyos and Monoun) in Cameroon. *Open Journal of Ecology*, 10, 632–650. <https://doi.org/10.4236/oje.2020.109039>.

[17] Tiodjio, R.E., Sakatoku, A., Issac, Fantong, W.Y., Tchakam, K.B., Tanyileke, G., Hell, V.J., Ohba, T., Kusakabe, M., Tanaka, D., Nakamura, S. et Ueda, A., 2016. Vertical distribution of bacteria and archaea in a CO₂-rich meromictic lake: A case study of Lake Monoun. *Limnologia*, 60, 6–19, <http://dx.doi.org/10.1016/j.limno.2016.05.006>.

[18] Rodriguez-Valera, F., Martin-Cuadrado, A.-B., Rodriguez-Brito, B., Pasić, L., Thingstad, T.F., Rohwer, F. et Mira, A., 2009. Explaining Microbial Population Genomics through Phage Predation. *Nature Reviews. Microbiology*, 7, 11, 828–36, doi: 10.1038/nrmicro2235.

[19] Lauro, F.M., DeMaere, M.Z., Yau, S., Brown, M.V., Ng, C., Wilkins, D., Raftery, M.J., et al., 2011. An Integrative Study of a Meromictic Lake Ecosystem in Antarctica. *The ISME Journal* 5 (5). *International Society for Microbial Ecology*, 879–95, doi: 10.1038/ismej.2010.185.

[20] Weinbauer, M.G., Bonilla-Findji, O., Chan, A.M., Dolan, J.R., Short, S.M., Simek, K., Wilhelm, S.W. et Suttle, C.A., 2011. *Synechococcus* Growth in the Ocean May Depend on the Lysis of Heterotrophic Bacteria. *Journal of Plankton Research*, 33, 10, 1465–76, doi: 10.1093/plankt/fbr041.

[21] Sime-Ngando, T., 2014. Environmental bacteriophages: viruses of microbes in aquatic ecosystems. *Front Microbiol.*, 5, 355, doi: 10.3389/fmicb.2014.00355.