

# RAPPORT DE CROISIERE POUR LE PROGRAMME DE BIODIVERSITE DU LAC TANGANYIKA - COMPOSANTE PALEOLIMNOLOGIQUE DE LA CROISIERE D'ETUDE DE LA SEDIMENTATION DU 6 AU 28 JANVIER 1998

Rédigé par Andrew S. Cohen (Directeur des Recherches) et par Manuel Palacios

Department of Geosciences  
University of Arizona  
Tucson, AZ 85721  
USA

pour le Natural Resources Institute.

## Opérations

L'Université d'Arizona a été engagée sous contrat par le Projet de Biodiversité du Lac Tanganyika et par le Natural Resources Institute pour diriger une croisière de recherche en janvier 1998. L'objectif de cette croisière était de rassembler des données bathymétriques et de prélever des carottes-échantillons de sédiments et des échantillons d'eau, afin d'étudier les variations à long terme des taux de sédimentation causées par l'érosion du sol à la suite du déboisement du bassin hydrographique, ainsi que les conséquences possibles de ces changements sur l'écologie du Lac Tanganyika. La croisière s'est déroulée en trois périodes d'étapes distinctes dans les eaux burundaises et tanzaniennes du lac. Les participants à chaque étape avec ses dates sont inventoriés dans le Tableau 1.

## Sites d'Etude

La stratégie adoptée pour cette croisière de recherche a consisté à échantillonner et à relever des données autour de divers deltas fluviaux classés par taille, pour y établir les impacts et les taux de sédimentation. On a, pour sélectionner les sites d'étude, jumelé des bassins hydrographiques fortement perturbés avec d'autres relativement peu perturbés, selon que le type du bassin et autant que possible sa géomorphologie et sa géologie de soubassement présentaient des ressemblances. Les sites d'étude jumelés sont les suivants:

Les sites d'étude incorporant deux bassins sont ceux où les deux rivières se jettent dans le lac à proximité l'une de l'autre sur le littoral, et où leurs deltas se rejoignent au large. Dans de tels cas, il est improbable qu'on puisse différencier entre les alluvions des deux systèmes sans procéder à des recherches beaucoup plus extensives. Par conséquent, cette étude appréhendera ces sites sous le nom de deltas uniques ou non-composés. Le programme initial de la croisière avait retenu l'étude du Delta de la Rivière Mitumba en sa valeur d'exemple de très petit bassin non perturbé. Ce bassin d'alimentation est approximativement de la même taille, (5.5 km<sup>2</sup>), que celui perturbé du Mwangongo auquel il est adjcent. Cependant, les relevés bathymétriques et les essais de carottage répétés sur ce site ont démontré qu'il était trop pentu pour permettre de manoeuvrer avec succès et le *multicorer* (carottier 'différentiel') et le

*gravity corer* (carottier par gravité). On a ajouté le site du Delta de la Rivière Luiche parce que l'échantillonnage était en avance sur le programme d'objectifs de la première étape, et qu'il était impossible d'entamer la seconde, (au Burundi), avant l'arrivée à Kigoma de l'équipage scientifique chargé de sa réalisation. Il serait intéressant d'inclure au programme des croisières futures, une comparaison de carottes-échantillons provenant de bassins hydrographiques non-perturbés d'une taille et d'une géomorphologie identiques, comme le Luamfi (au sud de la Tanzanie).

#### TABLEAU 1. LISTE DES PARTICIPANTS A LA CROISIERE D'ETUDES SPECIALES SUR LA SEDIMENTATION DANS LE LAC TANGANYIKA.

##### **Première étape (du 6 au 16 janvier 1998)**

Dr. Andrew Cohen - Université d'Arizona - Directeur de Projet et Chef Chercheur.  
 Dr. Manuel Palacios Fest - Université d'Arizona - Paléontologue.  
 M. Jeffrey Houser - Université du Wisconsin - Expert en Limnologie.  
 M. James McGill - Embangweni Hospital. Chef Echantillonneur.  
 Melle. Emma Msaky - Tanzania Petroleum Development Corporation - Stagiaire tanzanienne.  
 Melle Catherine O'Reilly - Université d'Arizona - Expert en Limnologie.  
 Dr Graeme Patterson - NRI - Directeur de l'Equipe d'Etude Spéciale sur la Sédimentation.  
 Robert Sinyinza - Département des Pêcheries Zambiennes - Stagiaire zambien.  
 Dr Peter Swarzenski - Géochimiste au U.S. Geological Survey.  
 Mutanga Syampila - Département des Pêcheries Zambiennes - Stagiaire zambien.  
 Dr Dirk Verschuren - Université de Ghent - Expert en Paléolimnologie.

##### **Deuxième Etape (du 19 au 24 janvier 1998)**

Dr. Andrew Cohen - Université d'Arizona - Directeur de Projet et Chef Chercheur.  
 Dr. Manuel Palacios Fest - Université d'Arizona - Paléontologue.  
 Dr David Dettman - Université d'Arizona - Géochimiste.  
 M. Jeffrey Houser - Université du Wisconsin - Expert en Limnologie.  
 Dr Kiram Lezzar - Université de West Brittany - Expert en Paléolimnologie.  
 M. James McGill - Embangweni Hospital. Chef Echantillonneur.  
 Melle Catherine O'Reilly - Université d'Arizona - Expert en Limnologie.  
 Robert Sinyinza - Département des Pêcheries Zambiennes - Stagiaire zambien.  
 Mutanga Syampila - Département des Pêcheries Zambiennes - Stagiaire zambien.

##### **Troisième Etape (du 24 au 28 janvier 1998)**

Dr. Manuel Palacios Fest - Université d'Arizona - Paléontologue et Directeur de la Recherche de la Troisième Etape.  
 Dr. Gaspard Bikwemu - Université du Burundi - Palynologue.  
 Dr. David Dettman - Université d'Arizona - Géochimiste.  
 M. Jeffrey Houser - Université du Wisconsin - Expert en Limnologie.  
 M. Bombi Kakagozo - CRH/Uvira, Zaïre - Expert en Limnologie.  
 Dr. Kiram Lezzar - Université de West Brittany - Expert en Paléolimnologie.  
 Dr. Louis Nahimana - Université du Burundi - Sédimentologue.

Dr. Gerard Ntungumburanye - IGEBU- Burundi - Géologue.  
 Melle Catherine O'Reilly - Université d'Arizona - Expert en Limnologie.  
 M. Tharcisse Songori - Géologue à la Dir. Gén. de Géologie et des Mines du Burundi.  
 Dr. Kelly West - PBLT. Coordinateur Scientifique.

## TABLEAU 2. DELTAS ETUDIÉS DANS CE PROJET.

### **Relevés Bathymétriques**

On a, avant de commencer à échantillonner, procédé à des relevés bathymétriques à la totalité des sites d'étude. On a en général quadrillé sur une base de 500m, et enregistré les données de profondeur et d'emplacement tous les 0,05 ou 0,02 miles marins sur une ligne transversale. On a dressé de grossières cartes bathymétriques sur place et à la main afin de repérer les sites d'échantillonnage augurant bien (c-à-d les sites à la fois relativement plats et répartis sur une gamme de profondeurs et de distances voulues de l'embouchure de la rivière). Les cartes bathymétriques préliminaires (produites à l'aide du logiciel Surfer for Windows) figurent dans la première Illustration. Mise à part la valeur intrinsèque de ces relevés pour l'avenir de la navigation lacustre, (ces derniers sont beaucoup plus détaillés que tous les relevés bathymétriques actuellement disponibles n'importe où dans le lac), ces cartes pourront servir, dans le deuxième volet de cette étude, à construire un modèle électronique mettant en rapport les taux d'accumulation des sédiments avec ceux escomptés d'érosion à l'intérieur des bassins hydrographiques.

### **Prélèvements**

On a attendu avant de commencer à échantillonner d'avoir obtenu suffisamment de données bathymétriques de l'emplacement pour pouvoir reconstruire la géomorphologie générale de son delta. On a eu recours au Multicorer Hedrick-Marrs du PBLT pour la plupart des carottages. Dans des conditions optimales, cet appareil est capable de prélever quatre carottes d'une longueur maximale de 57 cm, avec des diamètres internes de 10 cm chacune. Les carottes sont disposées dans une grille carrée, à intervalles de 30 cm, ce qui isole leurs coeurs respectifs les uns des autres. Cette disposition permet au chercheur d'échantillonner le même horizon stratigraphique à partir de plusieurs cylindres de carottes (ce procédé ne requiert pas un cylindre de carotte-échantillon et une doublure distincte). Ce mécanisme a parfaitement bien fonctionné en dépit des conditions de carottage souvent non-optimales (angle fortement pentu et gros sédiments), et presque chaque percée a ramené des carottes avec une couche sommitale intacte (souvent on a observé des escargots, des copépodes et des ostracodes encore vivants emprisonnés dans les eaux de surface de la carotte). Le R/V Tanganyika n'étant pas complètement performant pour le carottage géologique (il ne possède ni tangon ni couple en A, et les treuils de hissage sont orientés à un angle calculé sur l'arrière du bateau), le maniement du carottier par dessus la lisse à chaque entrée et sortie de l'eau s'est avéré un handicap. On est parvenu à l'attacher à la lisse du bateau entre les sites d'échantillonnage rapprochés et entre les essais de carottage. On recommande au PBLT de rectifier ce

problème à l'avenir avant les carottages, et d'installer les câbles et les adaptateurs de treuil qui permettront au tangon de fonctionner ou bien d'installer un couple en A à l'arrière capable de hisser le *multicorer* ou les autres appareils par dessus la lisse plus facilement et avec moins de risques.

On a prélevé entre 0 et 7 carottes différentielles à chaque site de delta (Tableau 3). Dans plusieurs deltas, les essais n'ont livré que peu ou pas de carottes différentielles à cause des plans trop inclinés de la surface entière des deltas frontaux qui empêchaient le *multi corer* de se déployer convenablement. A ces sites, on a recouru au prélèvement par gravité pour compléter la maigre production de carottes différentielles. On s'est efforcé de prélever des carottes à diverses profondeurs et à diverses distances de l'embouchure fluviale, vu que les conditions idéales pour la géochronologie et pour la détermination des taux d'accumulation sédimentaire (sédiment à grain extrêmement fin, sans bioturbation) ne sont pas réunies dans les mêmes échantillons que dans ceux qui signalent le mieux la perturbation de sédimentation par la faune benthique. Les illustrations de 1a à 1 montrent les sites de prélèvement.

On a extrudé les carottes différentielles immédiatement après extraction. On a, en général, découpé deux carottes dont l'une destinée aux travaux géochronologiques (essentiellement *210 Pb et AMS 14 C*) et l'autre aux études paléobiologiques, sédimentologiques, et de stabilité isotopique. On a coupé les carottes sur 1cm d'écartement, et on a conservé intégralement les parties intermédiaires (ensachées deux fois) pour les échantillonner.

On a, en plus des prélèvements différentiels, prélevé des carottes de masse destinées aux travaux d'archives. Dans ce contexte, on a utilisé le carottier par gravité Duncan and Assoc. du PBLT capable d'extraire des carottes de 6.8cm de diamètre interne pouvant atteindre 2m de long. On a obtenu au moins une carotte de masse dans la plupart des deltas sur un site optimal consacré précédemment aux prélèvements différentiels, ceci permettra d'examiner la stratigraphie physique d'un intervalle de couches plus étendu pour chaque delta (Tableau 3).

Un petit carottier de plongée manuel a été apporté à bord et utilisé au site de Nyasanga/Kahama après l'échec des carottiers actionnés par le bateau partout où l'on souhaitait prélever. Néanmoins, dans ces deltas, les sédiments se sont avérés sablonneux dans tous les fonds accessibles à la plongée (de 0 à 30m environ), par conséquent l'extraction manuelle de carottes n'a pas donné grand résultat. (Tableau 3).

Tous les échantillons ainsi que les carottes intactes ont été envoyés à l'Université d'Arizona et à celle de Tulane en vue d'analyses paléobiologiques, sédimentologiques, géochimiques et géochronologiques après la croisière.

### **Echantillons d'Eau**

Des échantillons d'eau ont été prélevés pour fournir des données de base sur la teneur en Uranium/Thorium et en  $^{18}\text{O}$  dans le Lac Tanganyika et dans ses affluents (Tableau 2). Ces données seront essentielles à l'interprétation finale de l'information isotopique équivalente provenant des véhicules sédimentaires dans les carottes ici prélevées. On a échantillonné l'eau de diverses manières. Un échantillonneur d'eau Hydrobios attaché au Multicorer a rapporté des échantillons d'eau de chaque site de carottage différentiel fructueux. Ce sampler se déclenche automatiquement dès l'arrivée du carottier sur le fond du lac, fournissant ainsi une approximation quasi-exacte de la composition de l'eau non-perturbée juste au-dessus de l'interface eau-sédiment. Il est arrivé que l'échantillonneur d'eau ne se déclenche pas. Dans ce cas, on s'est servi de l'échantillonneur d'eau autonome Hydrobios du FEM que l'on a attaché au câble de treuil de hissage hydrographique de l'Explorer pour pouvoir prélever des échantillons d'eau dans la partie située immédiatement au dessus du fond du lac, au site de carottage (ainsi que déterminé par l'emplacement de l'échantillonneur sur la sonde acoustique du bateau). Finalement, on a prélevé des échantillons d'eau manuellement aux embouchures des rivières à l'étude. Tous les échantillons d'eau ont été envoyés par bateau aux USA en vue de leur analyse à l'Université d'Arizona et au US Geological Survey (St Petersburg, FL) après la croisière.

### **Evaluation globale de la Croisière et Prochain Plan de Travail à Court Terme**

Le déroulement des opérations, la logistique, et les activités scientifiques de la croisière ont très bien marché grâce aux gros efforts des nombreux participants. Le fait qu'on ait largement dépassé le programme d'échantillonnage prévu témoigne de sa rentabilité. La bonne réalisation en temps voulu des objectifs de carottage programmés pendant la totalité des étapes de la croisière a permis d'effectuer des prélèvements à deux deltas supplémentaires (Luiche et Gatorongoro), non inscrits au programme d'étude. Par ailleurs, le nombre de carottes obtenues a de loin dépassé les espérances.

On a entrepris, en plus des recherches géologiques et limnologiques, de recueillir une information de première importance sur le rythme de croissance démographique dans la région de Mwamgongo en interrogeant l'administrateur du village et en consultant les données de recensement officielles tanzaniennes de ce secteur. Cette information (que l'on a transmise séparément au groupe d'Etudes Spéciales Socioéconomiques et qui apparaîtra dans le rapport paléolimnologique final) révèle les tranches clés de croissance démographique (notamment la fin des années 40 qui correspond à l'ouverture de la Réserve de Gombe et au déplacement des habitants du parc à Mwamgongo, et 1972 qui correspond à la campagne de 'villagisation' Ujamaa). Ces découvertes seront extrêmement utiles une fois que la chronologie  $^{210}\text{Pb}$  sera établie, pour déterminer si le rythme de croissance de population corrèle une augmentation significative des taux de sédimentation, et si ces variations de taux corrèlent à leur tour un changement limnologique et écologique dans la région Mwamgongo du Lac Tanganyika. Il faudrait qu'une des priorités majeures des enquêtes socioéconomiques du PBLT porte sur la quête d'une information comparable sur l'évolution démographique des autres sites de carottage à forte perturbation (Luiche, Karonge/Kirasa et Gatorongoro), en procédant ou à des recensements et à des enquêtes traditionnelles, ou à des évaluations d'anciens tirages photographiques des zones de

villages côtiers (peut -être disponibles dans les archives nationales ou dans les collections de musées en Europe).

TABLEAU 3. LISTE DES STATIONS D'ECHANTILLONNAGE, DES TYPES D'ECHANTILLONS ET RESUME DES NOTES SUR LE PRELEVEMENT DE CAROTTES-ECHANTILLONS.

ILLUSTRATION 1a-e. CARTES BATHYMETRIQUES ET SITES D'ECHANTILLONNAGE DES DELTAS A L'ETUDE.

La production des cartes a nécessité l'utilisation du logiciel SURFER FOR WINDOWS 6.0, de techniques de quadrillage de type *kriging grid*, et d'une anisotropie 0. On peut se procurer les cartes quadrillées sur demande. A peu près 2000 points témoins définissent chaque domaine cartographié. Se reporter au Tableau 3 pour les types d'échantillons figurant sur les cartes.