

Un projet financé par le Programme des Nations Unies pour le Développement/Fonds pour l'Environnement Mondial (PNUD/FEM) et exécuté par le Bureau des Services d'Appui aux Projets des Nations Unies (UNOPS).

Etude Spécialisée de Pollution (ESP)

Les pesticides et les métaux lourds dans les poissons et les mollusques du Lac Tanganyika

par

C. Foxall, F.Chale, A. Bailey-Watts

G. Patterson & K. West

2000

**Pollution Control and Other Measures to Protect Biodiversity in Lake Tanganyika
(RAF/92/G32)**

**Lutte contre la Pollution et autres Mesures pour Protéger la Biodiversité du Lac Tanganyika
(RAF/92/G32)**

Le Projet sur la Biodiversité du Lac Tanganyika (PBLT) a été formulé pour aider les quatre Etats riverains (Burundi, Congo, Tanzanie et Zambie) à élaborer un système efficace et durable pour gérer et conserver la biodiversité du lac Tanganyika dans un avenir prévisible. Il est financé par le Fonds pour l'Environnement Mondial (FEM) par le biais du Programme des Nations Unies pour le développement (PNUD).

The Lake Tanganyika Biodiversity Project (LTBP) has been formulated to help the four riparian states (Burundi, Congo, Tanzania and Zambia) produce an effective and sustainable system for managing and conserving the biodiversity of Lake Tanganyika into the foreseeable future. It is funded by the Global Environmental Facility (GEF) through the United Nations Development Programme (UNDP).

**Burundi: Institut National pour Environnement et Conservation de la Nature
D R Congo: Ministère de l'Environnement et de Conservation de la Nature
Tanzania: Vice President's Office, Division of Environment
Zambia: Environmental Council of Zambia**

Toute question concernant cette publication out toute demande d'exemplaires devrait être adressée à:

Project Field Co-ordinator
Lake Tanganyika Biodiversity Project
PO Box 5956
Dar es Salaam, Tanzania

UK Co-ordinator,
Lake Tanganyika Biodiversity Project
Natural Resources Institute
Central Avenue, Chatham, Kent, ME4 4TB, UK

Les pesticides et les métaux lourds dans les poissons et les mollusques du Lac Tanganyika

TABLE DES MATIERES

TABLE DES MATIERES.....	2
1. INTRODUCTION GENERALE.....	3
2. PESTICIDES.....	5
2.1 Introduction.....	5
2.2 Evaluation.....	6
2.3 Comparaison avec les travaux antérieurs sur le Lac Tanganyika.....	6
2.4 Comparaison avec les autres masses d'eau.....	7
2.5 Tendances possibles dans le Lac Tanganyika.....	8
2.6 Concentrations de résidus dans les bivalves.....	8
2.7 Les grandes conclusions - pesticides.....	8
3. METAUX LOURDS.....	10
3.1 Introduction.....	10
3.2 Ampleur du programme.....	10
3.3 Evaluation.....	10
3.4 Comparaison avec les travaux antérieurs sur le Lac Tanganyika.....	11
3.5 Comparaison avec les données des autres masses d'eau.....	12
3.6 Variation spatiale dans les eaux Tanzaniennes.....	13
3.7 Concentrations de métaux dans les bivalves.....	14
3.8 Les grandes conclusions – métaux lourds.....	14
4. REFERENCES.....	15

1. INTRODUCTION GENERALE

Contrairement à ce qui était affirmé il y a 30 ans lorsque Thorslund (1971) concluait que la pollution de l'eau dans les pays Africains n'était pas un problème grave – la situation a en quelque sorte changé. Le terme 'en quelque sorte' est utilisé expressément, car il subsiste une dispute sur la question de savoir si le Lac Tanganyika est pollué ou s'il y existerait même une réelle menace de pollution.

Ce rapport examine la distribution de deux groupes importants de polluants, à savoir les pesticides (Section 2) et les métaux lourds (Section 3). Le rapport se concentre sur la mesure de polluants dans le tissu des poissons et des mollusques pour un nombre de raisons – en particulier parce que les niveaux des tissus sont susceptibles d'être élevés ce qui rend par conséquent l'analyse à la fois plus aisée et en quelque sorte plus fiable (car par définition, le polluant a été mobilisé dans la biosphère). En plus, les organismes analysés sont aussi une importante source alimentaire et par conséquent, la présence de polluants dans ces organismes et par conséquent leur consommation peuvent former une menace à la santé humaine.

Deelstra (1977a) considérait que les niveaux de résidus des pesticides qu'il a mesuré dans les poissons il y a quelques 25 ans, étaient bien en dessous des limites établies dans la plupart des pays Africains à ce moment-là. En fait, il pensait que ces données offriraient un benchmark utile avec lequel des futures informations pourraient être comparées et des tendances ainsi établies. Néanmoins, il (Deelstra, 1977b) suggère que les niveaux d'organochlorés dans les tissus des poissons étaient plus grands dans le Lac Tanganyika que dans les autres eaux Africaines. Un nouvel inventaire de l'achat et de l'usage des pesticides pourrait donner une indication des tendances, comme Deelstra (1977a & 1997b) fournit des données seulement pour la période 1969-1972.

Les niveaux de métaux lourds mesurés dans deux espèces de poissons (*Lates stappersi* et *Stolothrissa tanganyikae*) collectés dans les eaux du lac au Burundi ont été signalés comme étant bas et les auteurs les ont considérés comme reflétant les niveaux du background naturel plutôt que la pollution. Ces concentrations pourraient cependant ne pas être représentatives des niveaux dans les échantillons des autres zones du lac, ou dans d'autres espèces de poissons.

Les éventuelles sources et le sort de ces deux polluants dans le Lac Tanganyika sont les:

- **pesticides** incluant les chloro-hydrocarbures provenant de la terre cultivée y compris les zones de culture du café et du coton: les résidus de la plupart de ces composés s'accumulent aussi progressivement de façon plus précise dans les sédiments, dans le biote vivant dans les sédiments (surtout les mollusques) et les organismes incluant les poissons et les oiseaux au sommet des chaînes alimentaires (Mattheissen, 1977; Deelstra, Power et Kenner, 1976);
- **métaux lourds** provenant des industries des mines et de la tannerie des peaux, , etc.; ceux-ci sont souvent un problème car un bon nombre d'entre s'accumulent

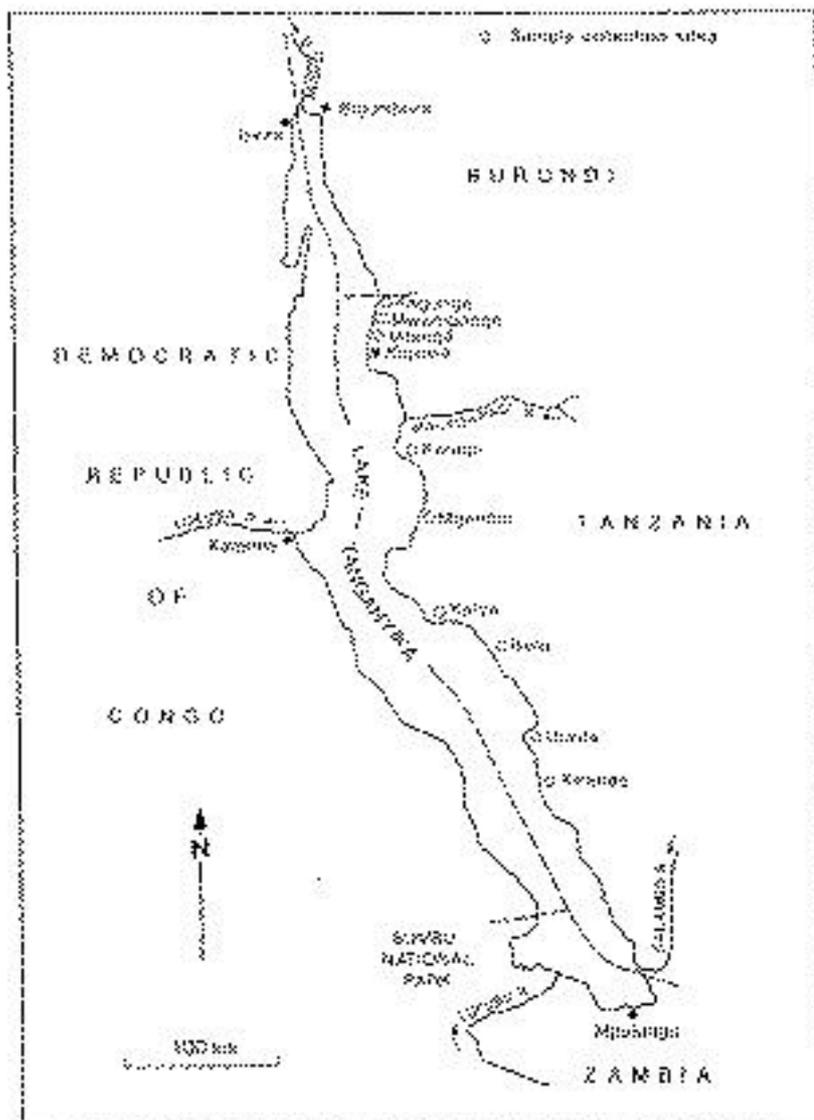
dans les sédiments (Degens et Kulbicki, 1973), les organismes des poissons alimentaires, et ainsi dans le tissu des poissons (FAO/SIDA, 1983; Maage *et al.*, 1994).

2. PESTICIDES

2.1 Introduction

Ce travail représente l'inventaire le plus étendu de pesticides dans les poissons et les bivalves du Lac Tanganyika depuis le travail de Deelstra et ses collègues en 1976. En tout, 24 échantillons de poissons et de bivalves ont été collectés dans différents endroits (voir Figure 1) sur la côte Tanzanienne et analysés pour chercher une gamme de résidus de pesticides organochlorés. Les échantillons de poissons ont été sélectionnés sur base de leur importance alimentaire et économique. Les bivalves ont été inclus dans le programme de suivi parce que leur comportement plus sédentaire est susceptible de plus de données de pollution localisée.

Figure 1 : Emplacement de sites de collecte d'échantillons



2.2 Evaluation

L'évaluation se concentre sur les éléments suivants:

- Une comparaison de concentrations de résidus dans les tissus des poissons tirée du présent projet avec des valeurs de documentation des travaux antérieurs sur le Lac Tanganyika
- Niveaux de résidus des pesticides dans le Lac Tanganyika comparés aux masses d'eau en Afrique et ailleurs.
- Tendances possibles dans le Lac Tanganyika
- Concentrations de résidus dans les bivalves du Lac Tanganyika

En évaluant et en comparant les données sur les résidus de pesticides, la multiplicité de facteurs contrôlant la prise de pesticides dans les tissus vivants doit être constamment gardée à l'esprit. Ainsi par exemple, les pesticides organochlorés surveillés dans ce programme sont généralement composés de graisses très solubles et par conséquent tendent à être de préférence bio-accumulés dans les parties de l'organisme ayant le plus grand contenu en graisses. Le contenu en graisses et donc les charges de pesticides d'un poisson individuel dépendra en plus de la nature de son régime alimentaire, de son âge, sexe, stade de maturité sexuelle, etc. Les résultats de telles comparaisons doivent ainsi être traités avec une grande prudence, surtout lorsque le nombre d'échantillons est relativement petit.

2.3 Comparaison avec les travaux antérieurs sur le Lac Tanganyika

Il existe peu de données sur les résidus des pesticides dans les poissons du lac. Comme mentionné dans l'analyse de base de l'ESP, la principale source de données provient des travaux de Deelstra et al en 1976. Ils ont analysé une gamme d'espèces de poissons collectés dans différents endroits des eaux Burundaises. Les résultats de la présente étude, dont les échantillons ont été collectés dans les eaux Tanzaniennes, sont comparés avec ces données antérieures dans le Tableau 1.

Tableau 1: Moyennes des concentrations (ug/kg masse sèche) des résidus de pesticides dans les espèces de poissons du Lac Tanganyika

Espèce	Tissu/organe	Lieu	DDE	DDT
<i>Limnothrissa miodon</i> ¹ 193	poisson entier	Burundi	620	
<i>Limnothrissa miodon</i> ²	poisson entier	Tanzanie	20	7
<i>Stolothrissa tanganyicae</i> ¹ 263	poisson entier	Burundi	603	
<i>Stolothrissa tanganyicae</i> ²	poisson entier	Tanzanie	-	3

Notes:

¹ Deelstra *et al.* (1976)

² actuel projet

Une analyse des données susmentionnées montre que les concentrations de DDE (le produit dérivé du DDT) et de DDT enregistrées dans les échantillons du Burundi sont substantiellement plus élevées que les niveaux enregistrés dans les mêmes espèces dans le présent projet. A notre connaissance, aucun échantillon n'a été pris dans les eaux Tanzaniennes pendant les travaux de 1976. De même, l'actuel programme d'échantillonnage a été confiné aux eaux Tanzaniennes. Par conséquent, il ne peut pas y avoir de comparaison contemporaine de ces résultats. Il est clairement possible cependant que les concentrations de DDE et DDT dans ces espèces soit aujourd'hui considérablement plus petites qu'elles étaient en 1976. Les pesticides organochlorés ont été intensément utilisés sur les cultures de coton telles que celles des côtes Burundaises. On pourrait donc s'attendre à ce que les niveaux de DDE et DDT dans les tissus des poissons soient plus élevés dans la partie nord du lac plutôt que plus au sud.

2.4 Comparaison avec les autres masses d'eau

En vue de placer les résultats des présents travaux dans le contexte, il est important de comparer les concentrations de résidus avec celles des masses d'eau ailleurs. Le degré auquel ceci peut être réalisé est en quelque sorte limité car les types de résidus analysés varient énormément et les résultats sont souvent exprimés dans des unités différentes. Néanmoins, une comparaison des données actuelles avec les résultats des autres études pertinentes est donnée dans le Tableau 2.

Tableau 2: Résidus de pesticides (ug/kg masse sèche) dans les poissons du Lac Tanganyika: une comparaison avec les autres études

Espèce Dieldrin	Tissu	Lieu	DDE	Endosulphan
<i>Lates stappersi</i> 17	muscle	Tanganyika	6.2	90
<i>Lates mariae</i> 9	muscle	Tanganyika	6.0	7
<i>Clarias mossambicus</i>	muscle	Hola, Kenya	-	55
<i>Tilapia sp.</i> 10	tout	Nyumba reservoir	14	-
<i>Tilapia nilotica</i> -	muscle	L. Victoria	49	-
<i>Lates niloticus</i>	muscle	L. Victoria	17	-
<i>Sathoredon mossambicus</i> -	muscle	L.Turkana	5.5	-

En regardant d'abord les données de DDE, il est clair que les concentrations de résidus des poissons collectés dans le Lac Tanganyika sont comparables à celles des autres masses d'eau Africaines. Il n'a pas été tenu compte des différentes espèces comparées et de toute différence conséquente dans le régime alimentaire ou la position dans la chaîne alimentaire, d'où ces comparaisons doivent être traitées avec précaution. Cependant, les espèces de poissons listés ne sont pas en gros différents dans leur

comportement et la similarité dans les concentrations de résidus entre, par exemple, les concentrations de DDE dans le Lac Turkana (un lac Kenyan très éloigné) et le Lac Tanganyika suggère que ce dernier est également débarrassé de la contamination. Les concentrations d'endosulphan et de dieldrin dans les échantillons du Lac Tanganyika rassemblent aussi à celles qu'on trouve dans les autres études. Il n'y a pas de preuves dans ces données pour affirmer que les poissons du Lac Tanganyika ont des niveaux de résidus de pesticides élevés ou que les concentrations sont significativement différentes de celles des autres masses d'eau Africaines.

2.5 Tendances possibles dans le Lac Tanganyika

Les données signalées par Dr Chale (non publiées) du PBLT ont été examinées en vue de déterminer si des variations spatiales dans les concentrations de pesticides existaient. Ainsi par exemple, les données sur les résidus de DDE, endosulphan, lindane, heptachlor et dieldrin pour les *Lates stappersi* collectés à Karago, Mwamgongo, Mtanga et Utinta ont été examinées. Aucune corrélation entre le lieu et les concentrations de résidus n'a pu être trouvée pour cette espèce ni pour d'autres. Ceci n'est pas inattendu, étant donné la mobilité de l'espèce concernée et la taille relativement petite de l'échantillon.

2.6 Concentrations de résidus dans les bivalves.

A cause de la petitesse de l'échantillon et du manque d'autres données comparables dans la documentation, il est difficile d'interpréter si les concentrations trouvées dans les *Mutela spekei* (endosulphan 5.4, heptachlor 80 et dieldrin 4.0) sont des concentrations typiques des résidus dans les bivalves du lac. Les niveaux trouvés sont comparables aux résidus dans les tissus des poissons. Cette espèce particulière de bivalves préfère les côtes rocheuses et est par conséquent moins exposée type de sédiments générés par les rivières qui sont susceptibles de contenir des résidus de pesticides.

2.7 Les grandes conclusions - pesticides

Les résultats globaux semblent indiquer que le Lac Tanganyika est relativement débarrassé de la pollution par pesticides pour l'instant. Cependant, en évaluant la menace potentielle à la biodiversité et à la santé publique posée par ce genre de contaminants, un certain nombre de points doivent être soulignés.

- L'étude actuelle, bien que faisant une contribution significative à nos connaissances des niveaux de contaminants du lac, est encore relativement limitée en étendue. Aucune donnée récente n'est actuellement disponible sur les résidus de pesticides dans les poissons de Zambie, du Burundi ou de la RD Congo.

- Bien qu'étant de peu d'importance pour le commerce et le régime alimentaire, quelques données sur les résidus des bivalves sont disponibles. Les bivalves sont surtout utiles comme indicateurs de la contamination locale.
- Les pesticides peuvent avoir des effets subtils sur les populations de poissons, qui ne peuvent pas être immédiatement reconnus en surveillant les niveaux de résidus dans les poissons adultes. Ainsi, certains pesticides, même à de très petits niveaux, peuvent affecter de façon nuisible la croissance favorable en modifiant les signes de croissance et en réduisant le taux de survie des fretins.

Il est par conséquent fortement recommandé que la future gestion du lac devrait prévoir un programme complet et bien conçu de surveillance des pesticides impliquant des espèces attentivement sélectionnées dans les eaux de tous les quatre pays. Les résidus analysés devraient refléter l'utilisation actuelle des pesticides dans la région du bassin du lac.

3. METAUX LOURDS

3.1 Introduction

Les poissons du Lac Tanganyika servent comme une importante source de protéines pour les populations des quatre pays entourant le lac: Burundi, Tanzanie, RD Congo et Zambie. Les poissons peuvent cependant accumuler des quantités significatives de métaux lourds provenant de l'eau et de la nourriture, et peuvent ainsi être utilisés pour surveiller le niveau de polluants dans les eaux du lac. Le fait que les poissons représentent aussi une importante composante du régime alimentaire soulève des préoccupations concernant les risques sur la santé. Le programme de surveillance analysé ici a été conçu pour fournir des informations actualisées sur les niveaux de métaux lourds dans les différentes espèces de poissons et de bivalves, pour que tout problème posé à la biodiversité du lac et à la santé humaine par ces contaminants puisse être évalué, et pour que toute mesure de contrôle jugée nécessaire puisse être incluse dans le PAS.

3.2 Ampleur du programme

L'actuel programme représente la plus grande étude sur les métaux lourds dans les poissons et les bivalves du lac Tanganyika depuis les travaux de Sindyigaya et ses collaborateurs en 1994. En tout, plus de 1515 échantillons de poissons et 86 échantillons de bivalves ont été collectés dans lieux (voir Figure 1) sur la côte Tanzanienne. Les espèces de poissons échantillonnés ont été sélectionnées sur base de leur importance économique et alimentaire. Les bivalves ont été inclus dans le programme de surveillance parce que leur nature sédentaire et leurs habitudes alimentaires peuvent fournir des données plus localisées.

3.3 Evaluation

L'évaluation se concentre sur les aspects suivants:

- Une comparaison des concentrations de métaux dans les tissus des poissons dans l'actuel projet avec les valeurs trouvées dans les travaux antérieurs.
- Une comparaison des concentrations de métaux du Lac Tanganyika avec celles des autres masses d'eaux Africaines
- Tendances possibles des concentrations dans les eaux Tanzaniennes
- Concentrations de métaux dans les bivalves des eaux Tanzaniennes

Avant de commencer une telle estimation, il faut souligner qu'à cause de la multiplicité de facteurs contrôlant l'absorption de métaux dans les organismes vivants, les comparaisons de données entre les organismes individuels, les espèces, les périodes et zones géographiques sont pleines de difficultés. Les résultats de telles comparaisons doivent ainsi être traités avec prudence.

3.4 Comparaison avec les travaux antérieurs sur le Lac Tanganyika

la principale source d'informations sur les concentrations de métaux dans les poissons du Lac Tanganyika provient des travaux de Benemariya *et al.* (1991) et Sindayigaya *et al.* (1994) qui ont analysé une gamme d'espèces de poissons collectés dans les eaux Burundaises du lac. Les résultats de ces deux études sont comparés avec les données de l'actuel projet dans le Tableau 3. Une analyse des données sur le Cu, Fe, Mn, Zn, Pb, et Cd pour *L. Stappersii* montre un très bon accord entre les résultats antérieurs du Burundi et les résultats plus récents de l'actuel projet. Bien qu'il y ait moins d'occasions de faire des comparaisons dans le cas de *Lates Marie* à cause de la gamme restreinte des éléments analysés dans les échantillons du Burundi, les résultats semblent toujours être en bon accord. Les concentrations de Fe et Zn sont nettement plus élevées que les autres éléments mesurés, mais celles-ci s'accordent bien avec la documentation et ne sont pas nécessairement une indication de pollution par ces deux métaux.

Tableau 3. Moyennes des concentrations (μgg^{-1} masse sèche) de métaux lourds dans les espèces de poissons du Lac Tanganyika.

Espèce	Tissu/organe	Lieu	Cu	Fe	Mn	Zn	Pb	Cd
<i>Lates stappersi</i> ¹	Muscle	Tanzanie	3.4	33	0.6	18	5.0	0.23
<i>Lates stappersi</i> ²	Muscle	Burundi	1.7	35	5.0	21	0.01	0.03
<i>Lates stappersi</i> ³	Muscle	Burundi	1.7	-	-	15.5	-	-
<i>Lates mariae</i> ¹	Muscle	Tanzanie	4.0	34	1.2	16	5.0	0.25
<i>Lates mariae</i> ²	Muscle	Burundi	0.9	-	-	17	-	-
<i>Stolothrissa tanganicae</i> ¹	Corps entier	Tanzanie	5.9	169	12	133	5.0	0.39
<i>Stolothrissa tanganicae</i> ²	Corps entier	Burundi	3.2	134	17	200	0.04	0.27
<i>Stolothrissa tanganicae</i> ³	Corps entier	Burundi	5.5	-	-	147	-	-

¹ actuel projet

² Sindayigaya *et al.* (1994)

³ Benemariya *et al.* (1991)

Les hautes concentrations de métaux dans *Stolothrissa tanganicae* ('dagaa') sont probablement dus au fait que les échantillons pour analyse étaient préparés en broyant le poisson entier. Généralement parlant, les métaux ont tendance à se concentrer dans le foie et les reins et dans certaines espèces, dans la tête plutôt que dans le tissu des muscles. Une fois de plus, l'accord entre les données provenant des travaux antérieurs et au Burundi et celles de l'actuel projet est bon.

3.5 Comparaison avec les données des autres masses d'eau

Les concentrations de métaux dans le tissu des muscles provenant de l'actuel projet sont comparées avec les données des types semblables d'échantillons des autres masses d'eau Africaines dans le Tableau 4. Une analyse des données indique que les résultats actuels sont en gros comparables aux concentrations trouvées dans les échantillons de poissons des autres parties du continent, et sur base des données actuellement disponibles, il n'y a pas de preuves que les poissons du Lac Tanganyika contiennent des niveaux inacceptables de contaminants de métaux..

Tableau 4. Moyennes des concentrations (μgg^{-1} masse sèche) de métaux lourds dans les espèces de poissons: une comparaison de données du Lac Tanganyika avec les valeurs trouvées dans les autres masses d'eau Africaines.

Espèce	Tissu/organe	Lieu	Cu	Fe	Mn	Zn	Pb	Cd
<i>Lates stappersi</i> ¹	Muscle	L. Tanganyika	3.4	33	0.6	18	5.0	0.23
Composite sample ²	Muscle	Hartbeesport Dam, Afrique du Sud	2.9	-	12	120	1.0	0.05
Composite sample ²	Muscle	Voëlvlei Dam, Afrique du Sud	3.8	-	9.2	55	<0.1	0.06
<i>Tilapia niloticus</i> ³	Muscle	Fleuve Nil, Egypte	-	-	-	-	0.42	0.02

Notes:

¹ actuel projet

² Greichus *et al.* (1977). Echantillons composites de deux espèces: *Leponis machrochirus* et *Micropterus salmoides*.

³ El Nabauri *et al.* (1987).

3.6 Variation spatiale dans les eaux Tanzaniennes

Les concentrations de métaux dans les échantillons de poissons (*Lates stappersi*) de six lieux échantillonnés dans les s eaux Tanzaniennes sont listées ensemble avec les données des mêmes espèces dans les eaux Burundaises au Tableau 5. Comme on peut le voir dans la Figure 1, les lieux sont listés dans un ordre allant du nord vers le sud. Aucune tendance spatiale dans les données n'est discernable et il n'y a aucune preuve qu'un lieu particulier ait des niveaux de concentrations plus élevés qu'un autre. Comme cette espèce particulière est un poisson d'eaux profondes durant toute sa vie, et migre largement dans tout le lac, ce résultat n'est pas inattendu.

Tableau 5. Moyennes des concentrations (μgg^{-1} masse sèche) de métaux lourds dans le tissu des muscles des *Lates stappersi* collectés dans différents lieux du Lac Tanganyika.

Lieu	Cu	Fe	Mn	Zn	Pb	Cd
Eaux Burundaises	1.7	35	5	21	0.01	0.30
Eaux Tanzaniennes¹						
<i>Kagunga</i>	4.1	38	0.8	-	0.5	0.30
<i>Mwamgongo</i>	4.4	32	0.5	16	3.2	0.20
<i>Mtango</i>	5.4	23	0.3	18	0.8	0.20
<i>Karago</i>	2.1	38	0.7	19	13.0	0.25
<i>Ikola</i>	2.2	29	0.6	16	3.8	0.30
<i>Utinta</i>	1.8	36	0.7	17	4.6	0.30

Notes:

¹ voir Figure 1 pour les lieux listés

3.7 Concentrations de métaux dans les bivalves

Les moyennes des concentrations de métaux dans le bivalve endémique *Mutela spekei* collecté à Kirando et Utinta dans les eaux Tanzaniennes du lac sont données dans le Tableau 6. Cette espèce particulière préfère les côtes rocheuses et est adaptée aux eaux turbulentes. Les résultats obtenus montrent clairement sur les concentrations de fer et de manganèse sont nettement plus élevées que les autres métaux. Le fait que les concentrations de cadmium, plomb, cuivre etc sont basses en comparaison suggère fortement que la source des concentrations de fer et de manganèse est géochimique de nature. Le fer et la manganèse tendent à être étroitement associés dans les sols et les sédiments tropicaux.

Tableau 6. Moyennes des concentrations ($\mu\text{g g}^{-1}$ masse sèche) des métaux lourds dans les échantillons de bivalves *Mutela spekei* collectés dans les eaux Tanzaniennes du Lac Tanganyika.

Lieu	Cu	Fe	Mn	Zn	Pb	Cd
<i>Tanzanie</i>						
<i>Kirando</i>	4.5	12980	7890	76	8.4	0.50
<i>Utinta</i>	2.1	9170	5200	72	4.8	0.36

Notes:

¹ voir Figure 1 pour les lieux listés

3.8 Les grandes conclusions – métaux lourds

Sur base des travaux signalés en 1994 par Sindayigaya et al. (1994), les auteurs ont conclu que, tant que les contaminants potentiels tels que le cuivre, le fer, le manganèse et, le zinc, le plomb et le cadmium étaient concernés, le Lac Tanganyika pouvait toujours être considéré comme un endroit non pollué. Les données actuelles ne fournissent pas de données prouvant le contraire. Il n'y a pas, pour le moment, aucune indication montrant que les niveaux sont suffisamment élevés pour causer la morbidité ou la mortalité parmi les poissons eux-mêmes ou poser des menaces à la santé humaine après la consommation de ces poissons.

Cependant, comme souligné plus haut, l'absorption de métaux dans les tissus des poissons dépend d'un grand nombre de facteurs, et à moins que ceux-ci ne soient correctement tenus en compte, il est possible qu'un accroissement subtil de concentrations de polluants passe inaperçu. Il est par conséquent recommandé que les plans de gestion du lac incluent une surveillance régulière de métaux dans les tissus des poissons et des bivalves. Une attention particulière devrait être placée sur les espèces

d'importance commerciale et alimentaire, ainsi que sur ces espèces comme les bivalves qui peuvent être utilisées pour surveiller la contamination locale dans les endroits du lac susceptibles d'être sujet à la pollution par les industries.

4. REFERENCES

Benemariya H., Robberecht H. and Deelstra H. 1991. Atomic absorption spectrometric determination of zinc, copper and selenium in fish from Lake Tanganyika, Burundi, Africa. *Sci. Total Environ.*, 105:73-85.

Deelstra H. 1977a. Danger de pollution dans le Lac Tanganyika. *Bulletin de la Société belge des Etudes Géographiques*, 46: 23-35.

Deelstra H. 1977b. Organochlorine insecticide levels in various fish species in Lake Tanganyika. *Med. Fac. Landbouww. Rijksuniv. Gent.*, 42: 869-882.

Deelstra H., Power J. L. and Kenner C. T. 1976. Chlorinated hydrocarbon residues in the fish of Lake Tanganyika. *Bulletin of Environmental Contamination and Toxicology*, 15: 689-698.

Degens E. T. and Kulbicki G. 1973a. Data file on metal distribution in East African rift sediments. *Woods Hole Oceanographic Institution Technical Report*, 73-15: 1-280.

El-Nabawi A., Heinzow B and Kruse H. 1987. As, Cd, Cu, Pb, Hg, and Zn in fish from the Alexandria region, Egypt. *Bull. Environ. Contam. Toxicol.*, 889-897.

FAO/SIDA. 1983. Manual of methods in aquatic environmental research. Part 9. Analyses of metals and organochlorines in fish. Rome: *FAO Fish. Tech. Pap.*, 212: 1-33.

Greichus Y. A., Greichus A., Amman B.A., Call D.J., Hamman C.D. and Potts R.M. 1977. Insecticides, polychlorinated biphenyls and metals in African lake ecosystems. I: Haartbeenspoort Dam, Transvaal and Voelvlei Dam, Cape province, Republic of South Africa. *Arch. Contam. Toxicol.*, 6:371-383.

Sindayigaya E., van Cauwenbergh R., Robberecht H. and Deelstra H. 1994. Copper, zinc, manganese, iron, lead, cadmium, mercury and arsenic in fish from Lake Tanganyika, Burundi. *Sci. Total. Environ.*, 144, 103-115.

Thorslund A. E. 1971. Report on survey of inland water pollution in Uganda, Kenya, Zambia and Tanzania. *FAO Regular Programme Report*, 11. FAO, Rome.

Maage A., Eckhoff K. and Kjellevold M. 1994. Fluorine, iodine, iron, zinc and selected fatty acid profiles in fish and staple food from East Africa. Bergen, Norway: Institute of Nutrition, Directorate of Fisheries; *FAO project GCP/INT/467/NOR, Fish in Nutrition*, 1-10, 4 Tables.

Matthiessen P. 1977. A visit to Tanzania with reference to the problem of pesticide run off into Lake Tanganyika. *London, Centre for Overseas Pest Research*, 9p. (mimeo). *Limnologie*, 22: 2662.