

OBSERVATIONS ECOLOGIQUES PRELIMINAIRES D'UNE MARE TEMPORAIRE DU JARDIN BOTANIQUE ET ZOOLOGIQUE D'EALA (ZAIRE)

Preliminary ecological observations on a temporary pond in
the Botanical and Zoological Garden of Eala (Zaire).

MUKOKA N.L.*

ABSTRACT

The physical and chemical characteristics of a temporary pond in Eala are determined. A preliminary inventory of aquatic plants and animals is drawn up. According to our data this pond corresponds to the humus black waters type. Their aquatic fauna and flora are very poor.

RESUME

Les caractéristiques physico-chimiques d'une mare temporaire d'Eala sont précisées. Un inventaire préliminaire de la flore et de la faune est établi. Les observations effectuées indiquent que la mare relève du type des eaux noires humiques. La faune et la flore y sont très pauvres.

INTRODUCTION

Les études hydrobiologiques relatives aux mares temporaires des régions tropicales africaines sont rares. DEUSE (1963) a réalisé diverses observations au Rwanda et au Burundi. MARCHE-MARCHAD (1965) a effectué l'étude botanique de la mare de Tiaroye, un marigot situé à proximité de Dakar. GLEDHILL (1970) décrit également la végétation des mares temporaires au Sierra Leone. MALAISSE (1976) a réalisé une étude hydrobiologique des mares du plateau des Kundelungu au Shaba méridional (Zaire), tandis que DE DAPPER & MALAISSE (1979) décrivent l'évolution de la phytocénose en fonction de la profondeur et de la durée d'inondation pour les mares temporaires du plateau de la Manika au Shaba.

* Institut Supérieur Pédagogique de Mbandaka, B.P. 116, Mbandaka, Zaire.

La mare d'Eala fait partie de l'ensemble des marais périodiquement inondés de la vaste forêt dense équatoriale du bassin du fleuve Zaïre. Il existe peu de travaux relatifs à ces marais. Il y a cependant lieu de signaler l'étude effectuée par VAN OYE (1923) sur les marais de la Région de l'Equateur et où l'auteur donne quelques caractéristiques physiques, étudie les microorganismes végétaux et animaux et signale même certaines espèces de poissons pouvant vivre dans ce biotope.

D'autres biotopes de la région ont été mieux étudiés. C'est notamment le cas du Lac Tumba, dont la chimie des eaux a été définie (DUBOIS, 1959), tandis que certaines recherches hydrobiologiques y furent effectuées (MARLIER, 1960). Des études analogues ont été menées en région de Yangambi (GOSSE, 1963), sur le Luapula-Moero (DE KIMPE, 1964), sur les Lacs de l'Akagera moyenne (KISS, 1976), etc...

La présente note rapporte quelques observations préliminaires effectuées dans les environs d'Eala dans le district forestier central de la région guinéenne telle que définie par WHITE (1976).

LE MILIEU

La mare temporaire, objet de la présente étude, se trouve incrustée dans le coude des rivières Ngoolo et Ruki, dont elle est une extension saisonnière, le long de la concession du Jardin Botanique et Zoologique d'Eala. Celui-ci est située sur la rive gauche de la Ruki, un affluent du Fleuve Zaïre, à 7 km au N.E. de la ville de Mbandaka, à une altitude de 360 m environs et possède une superficie de plus ou moins 371 ha. Il est à 18°15' de longitude Est et à 0°03' de latitude Nord.

Eala est caractérisé par un climat du type Af de Köppen, avec une température moyenne annuelle de l'ordre de 24,6° C et des précipitations comprises entre 1632 et 1978 mm (période 1940-1949). Un mois sec, janvier ou février, s'observe exceptionnellement (une ou deux fois par décade).

Nos observations ont été effectuées pendant onze mois, de septembre 1981 à juillet 1982, dans une mare dont la surface était de 4 m² environ, la profondeur de l'eau étant de 1 à 2 mètres (pendant les crues de mars et septembre) et presque nulle (pendant les décrues de juin et décembre). Le fond de la mare est constitué par une couche de 20 à 50 cm de boue molle, pâteuse, appelée "poto-poto", sous laquelle se trouve une couche sablonneuse, dure, presque impénétrable (VAN OYE, 1923), le

tout reposant sur des sédiments primaires et secondaires, à savoir des grès et argilites et des argiles de couleur rouge (FURON, 1968).

MATERIEL ET METHODES

Les températures de l'eau ont été mesurées à l'aide d'un thermomètre à immersion gradué au 1/10e. La transparence a été mesurée au disque de Secchi, les pH à l'aide d'un pH-mètre de type "radiometer 29", la conductivité électrique à l'aide d'un conductivimètre portatif Labrique fabriqué à l'Institut Carnoy à Louvain. Enfin on a utilisé un filet à plancton.

Les paramètres suivants ont été étudiés : l'oxygène dissous, l'acide carbonique libre, l'alcalinité, la dureté totale, le calcium, la silice, le fer, les chlorures et les matières organiques. Les méthodes ont été décrites par KISS (1976).

Pour la teneur en oxygène dissous, on a appliqué la méthode classique de Winkler, modifiée par MAUCHA (1938) et KISS (1962). Pour l'alcalinité, on a établi les valeurs relatives du TA (titre alcalimétrique simple) et du TAC (titre alcalimétrique complet). La mesure du titre hydrotimétrique (TH) ou dureté totale (DH) a été faite par la méthode du Complexon Schwarzenbach avec une solution de titrisol-Merckx de titriplex B en présence de chlorure d'ammonium-ammoniaque comme tampon et de noir d'ériochrome-T comme indicateur. La silice est dosée par la méthode de MAUCHA, le fer par colorimétrie avec le comparateur "hydrocure", les chlorures par la méthode de MOHR et les matières organiques par la méthode de KUBEL, oxydation à froid.

RESULTATS

L'hydrotape

Les caractéristiques physico-chimiques de la mare d'Eala sont reprises au Tableau I, qui signale également les observations de KAMBALE *et al.* (1978) relatives au Lac Tumba.

Le cours d'eau ainsi que notre mare gardent toute l'année une température relativement fraîche, de 26 à 28° C. Quelques flaques situées dans la partie ombragée de la forêt oscillent entre 28 et 32° C, tandis que des surfaces d'eau exposées au soleil, les clairières ou "esobe", peuvent atteindre une température de 38° C. Pendant la journée ensoleillée, la température de l'eau (26° C) reste inférieure à celle de

Référence	Mare d'Eala présent travail	Lac Tumba KAMBALE <i>et al.</i> (1978)
Conductivité (microsiemens)	25 (à 25°C)	24-32 (à 21°C)
Transparence (m)	0,9 - 1,1	0,8 - 1,1
pH	4,2 - 4,7	4,1 - 4,7
Acidité (méq.l ⁻¹)	0,1 - 0,6	0,1 - 0,7
Dureté totale	0,3 TH 0,17 DH	0,3 - 0,5 TH
Calcium (µg)	0,9	0,8
SiO ₂ (µg)	1 - 2	2
Fer minéral (µg)	0,1	0,1
Fer humique (µg)	0,60	0,64
Chlore (µg)	traces	-
Matières organiques (mg O ₂ .l ⁻¹)	31,38	31,77 - 33,00

Tabl. I : Caractéristiques physico-chimiques de la mare d'Eala et du Lac Tumba.

l'air (28-30° C). Après le coucher du soleil, les deux températures ont tendance à se rapprocher pour atteindre une homéothermie temporaire. Entre 3 et 5 H, la température ambiante atteint son minimum et à ce moment la température de l'eau est à nouveau supérieure à celle de l'air.

Pendant les périodes des crues principales de la fin août à décembre et les petites crues d'avril à juin, la hauteur des eaux devient considérable, et pendant la journée, il peut s'établir une stratification thermique provisoire et toujours diurne, car l'abaissement nocturne de la température ambiante va refroidir la couche superficielle de l'eau pour provoquer des courants de convection qui vont mélanger les eaux et établir une situation homéotherme pour toute la profondeur.

Pendant les petites décrues de juin au début août, le niveau d'eau s'abaisse considérablement, et en général, la température de l'eau est plus élevée (plus de 28° C) due à la faible profondeur et à la couleur brun foncé; cette eau est capable de s'échauffer fortement au soleil direct.

Enfin, pendant les décrues principales de décembre et mars, les mares s'assèchent. Mais cet assèchement est de brève durée, car il suffit de quelques averses pour que la mare reprenne à nouveau vie.

Ces eaux noires, riches en matières organiques et en matières humiques (acides), sont rendues extrêmement réductrices par la libération d'oxydes ferreux qui absorbent une partie importante de l'oxygène dissous. Par conséquent, la saturation en O_2 des eaux n'atteint que rarement plus de 50 % en surface et moins de 40 % pour la masse d'eau (Tabl. II). Celle-ci est plus ou moins homogène car l'oxygène dissous est ramené jusqu'au fond par brassage et par les courants de convection. Les résultats de dosage sont calculés en milligrammes d'oxygène dissous par litre et en pourcentage de saturation, tenant compte de la correction due à la pression atmosphérique déduite de l'altitude d'Eala, 360 m.

Date	Profondeur	Température °C	mg O_2 .l ⁻¹	Saturation
04.05.1982	Surface	28,05	4,66	63,69
04.05.1982	1 m	27,85	4,41	58,36
04.05.1982	2 m	27,65	4,19	55,12
08.06.1982	Surface	27,85	6,00	82,00
08.06.1982	1 m	27,80	5,46	74,66
08.06.1982	2 m	26,45	5,02	65,33

Tabl. II : Teneurs en oxygène dissous de la mare d'Eala.

Pour notre mare dont la profondeur varie entre 1 et 2 m et à des températures variant entre 26,45° C et 28,05° C, on a trouvé que la quantité d' O_2 dissous est comprise entre 4,19 et 6,00 mg O_2 /l. soit de 55,12 % à 82,09 % de saturation (Tabl. II). Ces eaux ne peuvent approcher de la saturation que fort loin, par contre elles contiennent de l' O_2 dissous sur toute leur épaisseur; les eaux du fond montrent encore des teneurs de l'ordre de plus de 50 % et parfois même de 70 % de saturation, suivant les saisons.

Cette faible teneur en oxygène dissous est due non seulement au pouvoir réducteur des matières humiques, mais encore à la rareté des organismes producteurs comme les algues (rareté due au pH excessivement bas). Aussi l'intensité lumineuse est-elle fortement réduite à cause de la couleur de l'eau.

Il semble que la quantité d'oxygène dissous dans les eaux soit en équilibre dynamique et qu'elle est conditionnée à la fois par l'apport d'oxygène de la surface (par agitation) et l'entrée en solution de

matières oxydables.

La conductivité électrique de notre mare est de 25 microsiemens. Elle reste plus ou moins stable toute l'année. Cette conductivité, excessivement faible, laisse pressentir qu'il y aura très peu de sels dissous et que certains éléments seront manquants ou à l'état de traces.

Vues dans leur masse, les eaux de la mare sont fortement colorées en brun; examinées par transparence, elles montrent une coloration "vin blanc". Il s'agit bien d'une réelle coloration de l'eau et non de particules colorées en suspension, car après filtration, ces eaux conservent leur coloration d'ailleurs caractéristique des eaux humiques provenant du lessivage de la couche d'humus tapissant le sol des régions forestières équatoriales. Malgré la forte coloration en brun, l'eau reste limpide et la transparence varie entre 0,9 et 1,1 m.

Les eaux de la mare sont très acides. Aucun gradient n'a été observé en fonction de la profondeur. Cette acidité ne dépend pas du CO_2 dissous, mais bien des substances organiques acides provenant de la macération et du lavage de l'humus. Même après ébullition de l'échantillon, le pH reste inchangé, donc il garde la valeur initiale. Les valeurs de l'acidité exprimées en milli-équivalent par litre varient assez fortement d'une saison à l'autre, de 0,6 au mois de février à 0,1 au mois d'avril et de mai par exemple.

La dureté totale est extrêmement faible et due entièrement au cation calcium, le magnésium n'étant présent qu'à l'état de traces.

La quantité de silice dissoute est de l'ordre de 1 à 2 ppm. Le fer est représenté sous deux formes : fer minéral et fer humique. Tous deux sont en faible quantité, quoique la proportion de fer humique soit plus importante que celle du fer minéral. Le fer minéral est estimé à 0,10 ppm et le fer humique à 0,60 ppm (Tabl. I).

L'ion chlore a été dosé, mais sa faible quantité ne se manifeste qu'en traces. Le seul anion dosable le HCO_3^- est attaché au cation principal le calcium. Enfin, signalons l'absence presque totale des sulfates, du sodium, du potassium, des phosphates, des nitrites et des nitrates, un trait fréquent des eaux naturelles africaines (KISS, 1976).

La biocénose

La phytocénose

La végétation macrophytique.

Le groupement paludicole étudié est caractérisé par la dominance d'héliophytes sociales telles que *Echinochloa stagnina*, *Ludwigia stanoli-fera*, *Cerceris congensis*, *Cyrtosperma sengalense*, ainsi qu'un *Setaria* et un *Polypodium*, *Salvinia nymphaeella* et *Nymphaea lotus* occupent la niche écologique des plantes flottantes et des hydrophytes à feuilles flottantes, tandis que les pionniers des groupements arbustifs sont réalisés par un *Gardenia* et un *Dissotis*.

Le phytoplancton.

Le phytoplancton n'a pas fait l'objet d'une étude approfondie. Signalons pour information la présence d'espèces relevant des genres suivants : *Euglena*, *Trachelomonas* et *Phacus* pour les Euglenophyceae, *Anabaena* et *Oscillatoria* pour les Cyanophyceae, *Navicula*, *Surirella*, *Syne-dra* et *Pinnularia* pour les Bacillariophyceae.

Les Chlorophyceae montrent la diversité générique la plus élevée avec au moins douze genres représentés : *Micrasterias*, *Closterium*, *Debarya*, *Cosmarium*, *Spirogyra*, *Oedogonium*, *Characium*, *Scenedesmus*, *Tribonema*, *Ulothrix*, *Cladophora* et *Staurostrum*.

La zoocénose

Le zooplancton.

Une étude préliminaire du zooplancton a permis de noter la présence de Copépodes Cyclopidae (*Macrocyclus albidus* (Gur)) forma *oligolasius* Kiefer, *Eucyclops fragilis* Kiefer, *Ectocyclops rubescens* (Brady) et *Microcyclus varicans* (Sars), de Cladocères (*Euryalona orientalis* (Daday), *Chydorus* sp., *Macrothrix chevreuxi* (Sars) et *Moina dubia*) et de Rotifères (*Keratella tropica* (Apstein) et *Brachionus caudatus* (Barrois & Daday)).

Les invertébrés.

Une éponge, *Metania lissostrongyla* Burton et divers insectes ont été récoltés. Ces derniers comprennent principalement des larves et nymphes d'Odonates, des nymphes d'Ephéméroptères nageurs (*Bactis* sp.), rampants (*Caenis* sp.) ou fousseurs (*Povilla adusta* Navas). Les lar-

ves et adultes de Coléoptères sont des Dysticidae, des Hydrophilidae, des Helodidae, etc ... Divers Notonectes appartenant aux genres *Anisops* et *Plea* ont également été capturés. Signalons encore la présence d'un Atyidae, *Caridina togoensis* Hilg var. *kwamouthensis* De Man.

Les poissons.

Nous avons observé divers poissons aux éthologies contrastées; d'une part des espèces labyrinthes à respiration atmosphérique (Anabantidae, Ophiocephalidae et Claridae), d'autre part des espèces de surface (*Pantodon buchholzi* et un Cyprinodontidae, *Aphyosemion* sp.).

DISCUSSION ET CONCLUSION

L'examen du Tableau I fait aisément ressortir la grande analogie des conditions physico-chimiques de notre mare et du Lac Tumba. Il est intéressant de remarquer que la faible conductivité électrique est caractéristique d'une grosse partie des eaux de la cuvette centrale et en particulier des "eaux noires". Ainsi, nos valeurs correspondent à celles rapportées pour les eaux du Lac Tumba (24 et 32 microsiemens selon MARLIER (1960) et DUBOIS (1959), pour quelques rivières des environs de Yangambi, comme les Lubilu, Isalowe, Lilanda, Bohamba et Loka qui varient entre 5,3 et 18,2 microsiemens (GOSSE, 1963) et encore pour le fleuve Zaïre à Mbandaka (46 microsiemens) et la rivière Ruki à Eala (32 microsiemens).

Les particularités de ces eaux noires affectent la biocénose. Ainsi, la couleur de l'eau affecte la pénétration de la lumière, donc l'abondance du phytoplancton. Celui-ci est fort peu abondant et principalement constitué par des chlorophycées acidophiles et quelques algues filamenteuses. Or, ce phytoplancton constitue le point de départ de la chaîne alimentaire qui aboutit aux peuplements piscicoles exploités par l'homme (ILTIS, 1980). Il n'est donc pas étonnant que le plancton soit pauvre en espèces et peu abondant. Les Copépodes du genre *Cyclops* sont en général des espèces panafricaines ou cosmopolites, adaptées aux marais mal oxygénés. En ce qui concerne les Cladocères *Euryalona orientalis*, de taille déjà considérable est l'espèce dominante, suivie par *Macrothrix chevreuxi*. *Caridina togoensis* est une petite crevette d'eau douce qui remplace dans les eaux noires *C. nilotica* répandue dans les eaux d'Afrique centrale. Elle joue un rôle important dans le régime alimentaire de certains poissons. Elle apparaît de temps à autre en grande

quantité pour disparaître complètement après.

En conclusion, la mare d'Eala appartient au type des eaux noires humiques. Elles sont caractérisées par leur forte acidité, leur grande pauvreté en sels minéraux et leur faible conductivité électrique. D'après la classification de Kufferath (KISS, 1976) ce sont des eaux quadiioniques. Du point de vue biocénotique, on notera la raréfaction tant qualitative que quantitative de nombreux groupes. Ceci explique le recrutement particulier de la faune ichthyologique où dominent des espèces adaptées au milieu mal oxygéné et supportant des variations saisonnières considérables du milieu.

REMERCIEMENTS

Ce travail doit beaucoup au Dr. KISS qui a mis à notre disposition tant le matériel, que les produits chimiques et la documentation scientifique. Le Professeur MALAISSE a revu une première version du manuscrit. L'auteur les remercie vivement.

BIBLIOGRAPHIE

- DE DAPPER, M. & MALAISSE, F., 1979. Relations entre les différents stades d'érosion d'une cuirasses latéritique et la végétation sur le plateau de la Manika (Shaba, Zaïre). *Geo-Eco-Trop*, 3, 2, 99-117.
- DE KIMPE, P., 1964. Contribution à l'étude hydrobiologique du Luapula-Moero. *Musée Roy. Afr. Centrale*, série 8°, sc. zool., 128.
- DEUSE, P., 1963. Marais et tourbières au Rwanda et au Burundi. *Publ. Univ. Elisabethville*, 6, 69-80.
- DUBOIS, Th., 1959. Note sur la chimie des eaux du Lac Tumba. *A.R.S.O.M.*, 6.
- FURON, R., 1968. *Géologie de l'Afrique*. Payot, Paris.
- GLEDHILL, D., 1970. The vegetation of superficial ironstone hardpans in Sierra Leone. *J. Ecol.*, 58, 265-274.
- GOSSE, J.P., 1963. Le milieu aquatique et l'écologie des poissons dans la région de Yangambi. *Ann. Mus. Roy. Afr. Centrale*, série 8°, 116.
- ILTIS, A., 1980. Les algues. in *Flore et faune aquatiques de l'Afrique sahélo-soudanienne*. Tome I, Ed. O.R.S.T.O.M., Paris, 8-61.
- KAMBALE Sikivula et al., 1978. Etude hydrobiologique du Lac Tumba. Sa faune ichthyologique (Pisces) et la pêche. *Mém. UNAZA ISP-Mbandaka*, 1-68.

- KISS, R., 1976. Etude hydrobiologique des lacs de l'Akagera moyenne.
I.R.S. - *Mus. Roy. Afr. Centrale*, 16, 1-167.
- MALAISSE, F., 1976. Ecologie de la rivière Luanza. in J.J. Symoens
(Ed) : *Exploration hydrobiologique du Bassin du Lac Bangweolo
et du Luapula*, XVII, 2, 1-151.
- MARCHE-MARCHAD, J., 1965. *Le monde végétal en Afrique intertropicale*.
Ed. de l'Ecole, Paris, 478 p.
- MARLIER, G., 1960. Recherches hydrobiologiques au Lac Tumba. *Ann. Mus.
Roy. Afr. Centrale*.
- VAN OYE, P., 1923. Les marais de la province de l'Equateur, au point de
vue hygiénique. *Bull. agric. Congo belge*, XIV, 4, 535-544.
- WHITE, F., 1976. The vegetation map of Africa. The history of a comple-
ted project. *Boissiera*, 24 b, 659-666.