

BURKINA FASO

UNIVERSITE DE OUAGADOUGOU

CENTRE UNIVERSITAIRE POLYTECHNIQUE
DE BOBO-DIOULASSO (C.U.P.B.)

INSTITUT DU DEVELOPPEMENT RURAL
(I.D.R.)

RENFORCEMENT DE LA CAPACITE DE
RECHERCHE ENVIRONNEMENTALE
(ENRECA)

MEMOIRE DE FIN D' ETUDES

Présenté en vue de l' obtention du

DIPLOME D' INGENIEUR DU DEVELOPPEMENT RURAL

OPTION : *EAUX et FORETS*

THEME

SUIVI DE LA VARIATION SAISONNIERE DE QUELQUES
PARAMETRES BIOLOGIQUES ET PHYSICO-CHIMIQUES; ET DE
L'EVOLUTION DES SUPERFICIES D'EAU DES LACS BAGRE.

Juin 1997

ILLE A LOU

Sommaire

	Pages
<u>Introduction</u>	1
<u>Chapitre I. Connaissances générales</u>	3
I.1. <u>Connaissances du milieu aquatique</u>	3
I.1.1. L'écosystème aquatique	5
I.1.2. Les caractéristiques des lacs	5
I.2. Connaissances sur la zone d'étude	7
I.2.1. Données physiques	7
I.2.1.1. Le climat	7
I.2.1.2. La température	7
I.2.1.3. Les précipitations	7
I.2.1.4. Evaporation	9
I.2.1.5. Le relief	10
I.2.1.6. Les sols	10
I.2.1.7. La végétation	10
I.2.1.8. L'hydrographie	11
I.2.2. Données démographiques	11
I.2.3. Présentation des lacs grand et petit Bagré	11
I.2.3.1. Géologie du bassin versant	12
I.2.3.2. Caractéristiques des lacs Bagré	13
I.2.3.3. Les objectifs des deux lacs	16

I. 2.4. Production piscicole du grand Bagré	16
--	-----------

Chapitre II. Méthodologie	18
--	-----------

II.1. Moyens logistiques	18
---------------------------------------	-----------

II.2. Matériels et moyens humains	18
--	-----------

II.3. Choix des sites	19
------------------------------------	-----------

II.4. Collecte des données	19
---	-----------

II.4.1. Collecte des données sur la faune benthique	19
---	----

II.4.2. Mesure des paramètres physico-chimiques	20
---	----

II.4.2.1. La transparence de l'eau	20
--	----

II.4.2.2. La teneur en oxygène	20
--------------------------------------	----

II.4.2.3. La température	21
--------------------------------	----

II.4.2.4. La turbidité	21
------------------------------	----

II.4.2.5. La conductivité	21
---------------------------------	----

II.4.3. La production piscicole du grand Bagré	21
--	----

II.4.4. Collecte des données sur le rétrécissement saisonnier des retenues	22
---	----

II.5. méthode d'analyse des données	23
--	-----------

Chapitre III. Connaissances sur les principales espèces de la faune benthique inventoriées	25
---	-----------

III.1. La famille des Chironomidae	25
---	-----------

III.2. La famille des ceratopogonidae	26
--	-----------

III.3. La famille des chaoboridae	26
III.4. La famille des beatidae	26
III.5. La famille des tridactylidae	27
III.6. L'ordre des thysanoptères	27
<u>Chapitre IV. Les résultats</u>	28
IV.1. Distribution horizontale des espèces de la faune benthique	28
IV.1.1. Période de hautes eaux	28
IV.1.2. Période de basses eaux	31
IV.2. Les caractéristiques physico-chimiques des lacs Bagré	35
IV.2.1. La teneur en oxygène	35
IV.2.1.1. Période de hautes eaux	35
IV.2.1.2. Période de basses eaux	38
IV.2.2. La température	41
IV.2.2.1. Période de hautes eaux	41
IV.2.2.2. Période de basses eaux	42
IV.2.3. La turbidité et la conductivité	45
IV.2.3.1. La turbidité	45
IV.2.3.2. La conductivité	47
IV.2.4. La transparence de l'eau	48
IV.2.5. Le suivi rétrécissement des retenues	56
<u>Conclusion et suggestions</u>	62

Remerciements

Ce document est la conjugaison d'efforts de bien de personnes et structures en qui nous portons toute notre reconnaissance. Nos remerciements vont particulièrement à l'endroit de:

- Tout le corps enseignant de l'institut du développement rural (I.D.R.), pour l'enseignement reçu;

- Docteur ANDRE T. KABRE, notre directeur de mémoire, qui n'a ménagé aucun effort pour la réussite du stage;

- Monsieur MIKE SPEIRS, conseiller du projet ENRECA, dont le soutien moral matériel et financier nous a permis de mener à bien le travail;

- Monsieur BJARNE FOG, spécialiste en SIG et remote sensing recherche assistant à l'institut de géographie de l'université de Copenhague, pour l'enseignement et l'encadrement reçus ;

- Monsieur Wendengoudi GUENDA, pour son soutien matériel et didactique,

- Monsieur OUEDRAOGO S. MAXIME, responsable de la cellule pêche/environnement de la MOB, pour son concours matériel et didactique;

- Monsieur BIHOUN ALEXANDRE, chef de poste forestier de Bagré, pour son soutien matériel et moral durant toute la phase "terrain";

- Tout le personnel du projet ENRECA et du laboratoire d'écologie, pour son soutien matériel et moral;

- A mes parents et amis qui m'ont toujours soutenu et encouragé.

Liste des tableaux

Tableaux.....	pages
Tableau n°1: Pluviométrie enregistrée en 1996 au niveau de la zone d'études.....	8
Tableau n°2: Production piscicole de 1996 au niveau du débarcadère de Bagré.....	16
Tableau n°3: Distribution horizontale de la densité absolue des macro-invertébrés du benthos au grand Bagré: période de hautes eaux.....	28
Tableau n°4: Distribution horizontale de la densité absolue des macro-invertébrés du benthos au petit Bagré: période de hautes eaux.....	28
Tableau n°5: Distribution horizontale de la densité absolue des macro-invertébrés du benthos au grand Bagré: période de basses eaux.....	32
Tableau n°6: Distribution horizontale de la densité absolue des macro-invertébrés du benthos au petit Bagré: période de basses eaux.....	32
Tableau n°7: Résultats des mesures de la teneur en oxygène et de la température de l'eau: période de novembre 1996.....	36
Tableau n°8: Résultats des mesures de la teneur en oxygène et de la température de l'eau: période de février 1997.....	38
Tableau n°9: Résultats des mesures de la teneur en oxygène et de la température de l'eau: période de mars 1997.....	39
Tableau n°10: Résultats des mesures de la turbidité et de la conductivité électrique de l'eau au niveau des lacs Bagré	45

Tableau n°11: Résultats des calculs de $Z_{i_0}/100$ et $Z_{i_0}/2$ au niveau du grand Bagré49

Tableau n°12: : Résultats des calculs de $Z_{i_0}/100$ et $Z_{i_0}/2$ au niveau du petit Bagré49

Tableau n°13: Récapitulatif sur la variation de la zone d'extinction de la lumière
au niveau des lacs Bagré..... 55

iii
Liste des figures

Figures	pages
Figure n°1: Répartition mensuelle de pluies de 1996 au niveau du grand Bagré	9
Figure n°2: Répartition mensuelle de pluies de 1996 au niveau de Bagré village	9
Figure n°3: Evolution annuelle de la production piscicole de 1996 du grand Bagré: débarcadère de Bagré.....	17
Figure n°4: Distribution horizontale des macro-invertébrés de la faune benthique au niveau des lacs Bagré: période de hautes eaux.....	29
Figure n°5: Fréquences spécifiques des principales familles de diptères récoltés au grand Bagré: période de hautes eaux.....	29
Figure n°6: Fréquences spécifiques des principales familles de diptères récoltés au petit Bagré: période de hautes eaux.....	30
Figure n°7: Distribution horizontale des macro-invertébrés de la faune benthique au niveau des lacs Bagré: période de basses eaux.....	33
Figure n°8: Fréquences spécifiques des principales familles de diptères récoltés au grand Bagré: période de basses eaux.....	33
Figure n°9: Fréquences spécifiques des principales familles de diptères récoltés au petit Bagré: période de basses eaux.....	34
Figure n°10: Evolution de la teneur en oxygène en fonction de la profondeur dans les lacs Bagré: période de novembre 1996.....	37
Figure n°11: Evolution de la teneur en oxygène en fonction de la profondeur dans les lacs Bagré: période de février 1997.....	39
Figure n°12: Evolution de la teneur en oxygène en fonction de la profondeur dans les lacs Bagré: période de mars 1997.....	40
Figure n°13: Evolution de la température en fonction de la profondeur dans les lacs Bagré: période de novembre 1996.....	41
Figure n°14: Evolution de la température en fonction de la profondeur dans les lacs Bagré: période de février 1997.....	42

Figure n°15: Evolution de la température en fonction de la profondeur dans les lacs Bagré: période de mars 1997.....	43
Figure n°16: Evolution de la turbidité au niveau des lacs Bagré	46
Figure n°17: Evolution de la conductivité au niveau des lacs Bagré	47
Figure n°18: Variation de la lumière en fonction de la profondeur: grand Bagré période d'août 1996.....	50
Figure n°19: Variation de la lumière en fonction de la profondeur: petit Bagré période d'août 1996.....	50
Figure n°20: Variation de la lumière en fonction de la profondeur: grand Bagré période d'octobre 1996.....	51
Figure n°21: Variation de la lumière en fonction de la profondeur: petit Bagré période d'octobre 1996.....	51
Figure n°22: Variation de la lumière en fonction de la profondeur: grand Bagré période novembre 1996.....	52
Figure n°23: Variation de la lumière en fonction de la profondeur: petit Bagré période novembre 1996.....	52
Figure n°24: Variation de la lumière en fonction de la profondeur: grand Bagré période février 1997.....	53
Figure n°25: Variation de la lumière en fonction de la profondeur: petit Bagré période février 1997.....	53
Figure n°26: Variation de la lumière en fonction de la profondeur: grand Bagré période mars 1997.....	54
Figure n°27: Variation de la lumière en fonction de la profondeur: petit Bagré période mars 1997.....	54
Figure n°28: Evolution de la profondeur de la zone d'extinction de la lumière au niveau des lacs Bagré.....	55

Figure n°29: Pourtours des lacs Bagré obtenus à partir de l'image satellitaire du 1 ^{er} 1996.....	58
Figure n°30: Evolution de la superficie immergée au niveau du petit Bagré.....	59

Résumé

Les variations saisonnières du climat se traduisent par des variations des paramètres physico-chimiques au niveau des lacs Bagré.

En période de hautes eaux, les lacs présentent une turbidité élevée, une conductivité électrique faible, un coefficient d'absorption de lumière élevé et une faible profondeur de la zone productive. La production piscicole du grand Bagré est importante pendant cette période.

Pendant la période de basses eaux, les paramètres ci-dessus indiqués subissent une évolution contraire de celle qu'ils présentent en période de hautes eaux.

L'amplitude des variations saisonnières des paramètres physico-chimiques est beaucoup plus importante au niveau du petit Bagré.

La teneur en oxygène et la température de l'eau varient très peu d'une période à l'autre.

L'abondance spécifique et la densité des macro-invertébrés de la faune benthique sont relativement faibles au niveau des deux retenues. Cependant, on note une augmentation de la densité absolue des macro-invertébrés au cours de période de basses eaux.

Les Bagré perdent beaucoup d'eau pendant la saison sèche. Le phénomène de rétrécissement est beaucoup plus important au niveau du petit Bagré.

Abstract

Seasonal climatic variations affect the physical and chemical parameters of the Bagré lakes.

During the high water period the lakes have a high level of turbidity, weak electric conduction, a high coefficient of absorption and a low depth in the productive zone. Fish production in the greater lake ("grand Bagré") is important in this period.

During the low water season the above mentioned parameters shift in the opposite direction.

The scale or amplitude of the seasonal variations in physical and chemical parameters is much more pronounced in the minor lake ("petit Bagré").

Oxygen content and temperature of the water vary little from one period to another.

The specific abundance and population density of the macro-invertebrates ("la faune benthique") are relatively low in both lakes. However, an increase in the absolute density of the macro-invertebrates is observed during the low water season.

The Bagré lakes loose a lot of water in the dry season. The extent of the water decline is much greater in the minor lake ("petit Bagré").

Introduction

La gestion et la préservation de l'environnement sont aujourd'hui une préoccupation majeure aussi bien pour les pays riches que pour les pays en voie de développement .

Le Burkina Faso n'est pas en reste de ces pays qui se préoccupent tant de la dégradation de leur environnement que de l'ensemble de l'écosystème mondial en général. Ceci, se remarque aussi bien à travers le nombre de forêts classées que de plans d'eau classés réserve mondiale au Burkina Faso.

Ces efforts sans être négligeables demeurent cependant insuffisants pour résoudre le problème de la gestion de l'environnement qui se pose avec acuité au Burkina Faso.

Ce problème est d'autant plus crucial que peu de forêts et plans d'eau, actuellement exploités, aient fait l'objet d'une étude dans le cadre d'un aménagement.

A l'exploitation anarchique du milieu s'ajoutent les aléas climatiques. C'est ainsi que des effets de sécheresses récurrentes, il résulte une disparition de plusieurs espèces fauniques et floristiques terrestres. les mêmes tendances s'observent au niveau des plans d'eau dont le régime de remplissage est strictement dépendant de celui des pluies. ainsi, aux effets des pluies irrégulièrement réparties dans l'espace et dans le temps, s'ajoutent les variations saisonnières annuelles caractérisées par une longue saison sèche (8 mois environ).

Les pluies concentrées sur les mois de juillet et d'août rendent l'écoulement intensif et favorisent l'érosion hydrique. le résultat immédiat est le comblement de fond des retenues ainsi que la variation des caractéristiques chimiques des eaux.

La fin des pluies marque le début de la longue saison sèche caractérisée par l'Harmattan, vent chaud et sec, et un ensoleillement intense dont le maximum se situe aux mois de mars et d'avril. Ceci fait que durant toute la saison sèche, l'évaporation demeure importante. Les plans d'eau tarissent et ceux qui subsistent à cette longue saison sèche, se retrouvent à moitié vides de leurs eaux. L'une des conséquences immédiates de ce phénomène est la précarité de la vie aquatique. En effet, selon KABRE (1994) les variations saisonnières, au niveau du lac Loubila, s'accompagne d'une dégradation des conditions de vie d'au moins 90 % des poissons vivant dans cette retenue.

Devant ce constat nous nous posons les questions suivantes:

Des deux saisons ci-dessus définies, quand est ce que la vie aquatique serait-elle dangereusement menacée ?

Les variations saisonnières sont-elles ressenties de la même manière au niveau des grandes et des petites retenues non tarissables ?

Peut-on quantifier avec exactitude la perte en eau des retenues au cours de la saison sèche ?

Ainsi définie la présente étude a pour objectifs :

la description de l'évolution physique et chimique des plans d'eau au cours de l'année,
l'identification des facteurs biotiques et abiotiques affectant la croissance et la production des poissons.

Chapitre I. Connaissances générales

I.1. Connaissances du milieu aquatique

I.1.1. L'écosystème aquatique

D'après RAMADE (1994), il existe deux types d'écosystèmes aquatiques qui sont les écosystèmes continentaux et les écosystèmes marins. Les écosystèmes aquatiques continentaux occupent quantitativement une place très infime par rapport aux écosystèmes marins. Cependant, leur importance écologique est capitale du fait de leur rôle dans l'écologie des bassins versants et dans la vie des populations humaines riveraines. La classification des écosystèmes aquatiques est basée essentiellement sur la teneur des eaux en sels.

Pour les écosystèmes marins la teneur des eaux en sels est supérieure ou égale à 3,5 %, au niveau des écosystèmes d'eaux douces elle est inférieure à 0,5 %. On parle d'écosystèmes paraliques pour les eaux ayant une teneur en sels allant de 0,5 % jusqu'à la saturation.

Au niveau des eaux douces, on distingue les écosystèmes lentières regroupant : les lacs, les étangs et les marais; et les écosystèmes lotiques regroupant les fleuves, les rivières, les torrents...

Les écosystèmes lentières peuvent être subdivisés en quatre zones correspondant à quatre types d'habitats distincts : les zones littorale, limnétique, profonde et benthique.

La zone limnétique, épipélagique, correspond à la couche superficielle des eaux. Au niveau de cette zone le rapport photosynthèse - respiration est supérieur à 1.

La zone profonde (pélagique) est située au-delà du point de compensation photosynthétique.

La zone benthique correspond à l'interface eau - sédiments. A ce niveau abondent les organismes détritivores et décomposeurs.

Les conditions écologiques d'un écosystème lentique sont très variées selon la localisation géographique, la dimension, l'ancienneté, les caractères physico-chimiques de la collection d'eau considérée.

De façon générale, la teneur en oxygène dissous des lacs est relativement basse à cause de la faible agitation des eaux, ceci les rend très vulnérable à toute surcharge en matières organiques.

Les biomasses des écosystèmes lentières se composent de producteurs primaires, de consommateurs et de décomposeurs. Les producteurs primaires sont les végétaux supérieurs macrophytes, les algues filamenteuses et le phytoplancton. Les consommateurs sont: le

zooplancton qui comprend des micro-crustacés et des rotifères, le necton qui correspond à l'ensemble des organismes se déplaçant activement en milieu aquatique (insectes, amphibiens, poissons, etc...) et le neuston qui représente les animaux qui se reposent ou nagent à la surface de l'eau. Le benthos correspond à une communauté particulière où s'observent de nombreux organismes saprophages, microphages et prédateurs (annélides, oligochètes, tubicides, des larves de diptères, d'odonates, des protozoaires, des nématodes, etc.).

Les écosystèmes lotiques ont une oxygénation beaucoup plus élevée que celle des écosystèmes lenticques. Ils sont au contraire plus pauvres en plancton. Comme les écosystèmes lenticques, les écosystèmes lotiques se subdivisent en quatre régions d'altitude décroissante.

La source, généralement située en montagne, qui a l'altitude la plus élevée, la partie supérieure qui possède des eaux rapides et bien oxygénées, la partie inférieure qui a un débit lent et en fin l'estuaire qui constitue la zone de mélange des eaux fluviales et marines. Cette zone présente une augmentation graduelle de salinité et une turbidité élevée, sa productivité est élevée et sa biocoenose est très diversifiée.

Les écosystèmes océaniques se caractérisent par leur profondeur dont la moyenne est de l'ordre de 4000 m, par la constance de leurs caractères physico-chimiques, en particulier par la salinité de leurs eaux et de leurs températures. Les températures varient peu dans le milieu marin, même dans les couches superficielles et elles demeurent constantes au-dessus du thermocline permanent (de l'ordre de 2 à 4°C selon la latitude).

Les écosystèmes océaniques sont animés de courants horizontaux et verticaux qui jouent un rôle important tant au niveau des océans, dans la remontée des éléments minéraux du fond vers les couches superficielles, que dans l'ajustement des climats continentaux. Les écosystèmes océaniques présentent une subdivision horizontale et verticale. Au niveau vertical on distingue deux zones appelées provinces : la province néritique plus proche des continents et la province pélagique qui correspond aux eaux du grand large.

Sur le plan vertical, on distingue cinq strates d'épaisseur différente: la zone épipélagique, peu épaisse (50 à 60 m) et correspondant aux couches superficielles, la zone mésopélagique (200 m), la zone infrapélagique (500 m), la zone bathypélagique (2000 à 2500 m) et la zone abyssopélagique (plus de 6000 m) correspondant généralement aux fosses océaniques.

La répartition géographique des biocoenoses océaniques est fonction de la concentration des eaux en sels minéraux nutritifs, il en est de même pour la productivité. De

façon générale, les plus grandes concentrations en matières vivantes et les biocoenoses les plus riches se rencontrent au niveau du plateau continental, quel que soit la latitude.

I.1.2. Les caractéristiques des lacs

Un lac est une cuvette naturelle ou artificielle contenant de l'eau et ayant une vie propre, une certaine autonomie (DUSSART 1966).

Un lac possède une réelle personnalité, dont tous les composants, vivants ou non, inséparablement liés, sont le siège d'interactions. Les échanges maintiennent le lac dans un état relativement stable, bien que l'évolution s'accélère pour certains en raison de la cancérisation de composants autrefois peu incidents (VIBERT et LAGLER, 1961).

Les lacs et les autres milieux lenticques, se caractérisent par de vastes surfaces d'eaux dormantes dont le volume est considérable par rapport à leur vitesse d'écoulement. L'une des conséquences de cet état de fait est que le renouvellement et l'oxygénation de ces écosystèmes s'effectuent de manière très lente. La durée de renouvellement est d'autant plus longue que les lacs sont vastes.

Au niveau de certains lacs le renouvellement ne s'effectue qu'à la faveur de l'évaporation Ceci fait que leurs eaux tendent progressivement à se surcharger en sels dissous apportés par les affluents.

La dynamique évolutive des écosystèmes lacustres prévoit toujours leur disparition par comblement à la suite d'apport de matériaux par l'érosion du bassin versant et des phénomènes liés à la multiplication des végétaux et autres organismes de la biocoenose qu'ils hébergent. Ce phénomène appelé eutrophisation, résulterait d'un accroissement de la fertilité des eaux du lac par apport d'éléments nutritifs qui favorisent la prolifération du phytoplancton et des plantes aquatiques. Peu à peu, ce processus accélère la sédimentation, le lac se rétrécit, se comble et finit par disparaître.

Les lacs jeunes, relativement profonds, sont pauvres en éléments nutritifs. Ils sont dits oligotrophes. Ils n'hébergent qu'une biomasse végétale restreinte et leur productivité est faible. L'érosion amène progressivement aux eaux du lac les sels minéraux indispensables, les sols des terres qui l'entourent se stabilisent par croissance de la végétation ripicole. Pendant que croît la production primaire des eaux et que la biocoenose lenticque se diversifie, l'apport d'éléments nutritifs au lac se poursuit, malgré la stabilisation du bassin versant, à un rythme constant appelé climax, équilibre qui se maintient tant que l'apport de matériaux est entièrement consommé par la production biologique entretenue par la biomasse végétale et

animale. Cependant tout au long de cette phase, le lac devient de moins en moins profond par suite de la sédimentation. Dans un lac à maturité et en équilibre on remarque, l'apparition d'une thermocline qui sépare deux zones stratifiées. La couche supérieure constituée par les eaux chaudes qui est couramment appelée épilimnion, et la couche profonde constituée par des eaux froides et denses appelée hypolimnion.

Les phénomènes d'évolution qui interviennent au niveau d'un tel système, en entraînant la remontée du fond, mettent un terme à cette stratification, de sorte que les eaux profondes vont subir d'importants bouleversements. Il se produit alors, un accroissement considérable de la surface immergée, sur laquelle se développent des plantes aquatiques. Lorsque la profondeur n'est plus suffisante, la stratification deviendra impossible. L'agitation des eaux due au vent mélangera les couches et homogénéisera leur température. Il s'ensuivra un accroissement de la productivité primaire et une accélération de la colonisation des eaux lacustres par les macrophytes et la végétation terrestre gagnera sur les abords. Les phénomènes d'eutrophisation d'un lac s'accompagnent d'importants changements au niveau de l'hypolimnion, au nombre desquels on peut citer la dégradation de la matière organique qui s'est accumulée en grande quantité dans les limons benthiques. Cette dégradation consomme d'importants volumes d'oxygène dissous. La conséquence immédiate est la perte en oxygène des eaux profondes qui deviennent impropres à la vie.

Les lacs peuvent être classés suivant leurs caractéristiques thermiques. C'est ainsi que YOSHIMURA (1936) distingue :

- les lacs tropicaux caractérisés par un gradient thermique important et une température toujours supérieure à 4 °c
- les lacs tempérés caractérisés par deux cycles de circulation: au printemps et en automne, leur gradient thermique est élevé, la température supérieure à 4°C en été, tombe en dessous en hiver.
- Les lacs subpolaires: leur gradient thermique est faible, la thermocline est proche de la surface, ils présentent deux cycles de circulation.
- Les lacs de montagnes: ils ont des caractéristiques thermiques proches de celles des lacs subpolaires.
- Les lacs polaires: ils présentent une période de dégel très courte et une circulation d'été.

Les lacs Bagré, de situation géographique: 11°27' latitude nord et 0°30' longitude ouest, peuvent, à partir de la classification de YOSHIMURA, être classés dans les lacs tropicaux.

DUSSART distingue quant à lui, les lacs selon leur origine géologique.

I.2. Connaissance sur la zone d'étude

I.2.1 Données physiques

I.2.1.1. Le climat

La zone d'étude est caractérisée par un climat tropical du type soudanien avec deux saisons nettement marquées:

- une longue saison sèche influencée par les masses d'air chaud de l'Harmattan. Cette saison s'étend de la mi-octobre à la mi-Mai. Pendant toute la saison sèche, les vents chauds de l'Harmattan et le rayonnement solaire intense entraînent une élévation de l'évapotranspiration (moyenne annuelle de l'ordre de 1988mm/an).
- une courte saison de pluies de mi-Mai à la mi-octobre caractérisée par l'irrégularité des quantités et de la répartition des pluies.

I.2.1.2. Les températures

La température moyenne annuelle varie très peu d'une année sur l'autre et se situe aux alentours de 29 °C pour l'ensemble de la zone. Les mois les plus frais étant Août et Septembre puis Décembre et Janvier avec des températures moyennes de l'ordre de 27 °C. Celles-ci peuvent atteindre des valeurs supérieures à 32 °C pendant les mois de Mars, Avril et Mai. Les températures minimales moyennes en Décembre et Janvier sont de l'ordre de 17 °C avec des minima pouvant descendre au dessous de 10 °C. Les températures moyennes maximales en Avril et Mai dépassent 40 °C avec des maxima pouvant dépasser 45 °C.

I.2.1.3. Les précipitations

Le régime pluviométrique est caractérisé par une seule saison des pluies prenant place, en moyenne, de Mai à Octobre et par une grande variabilité des quantités et de la répartition des pluies dans l'espace et dans le temps.

La distribution de la pluviométrie est extrêmement variable au cours de la saison des pluies dont la date de démarrage est fluctuante. Celle-ci peut varier d'Avril à Juillet, avec en général un démarrage plus précoce dans les régions sud (Avril-Mai) que dans les régions nord (Mai-

Juin). Les mois les plus pluvieux sont: Juillet, Août (largement dominant) et Septembre. La période de pluies est souvent interrompue par une période de sécheresse de 2 à 3 semaines.

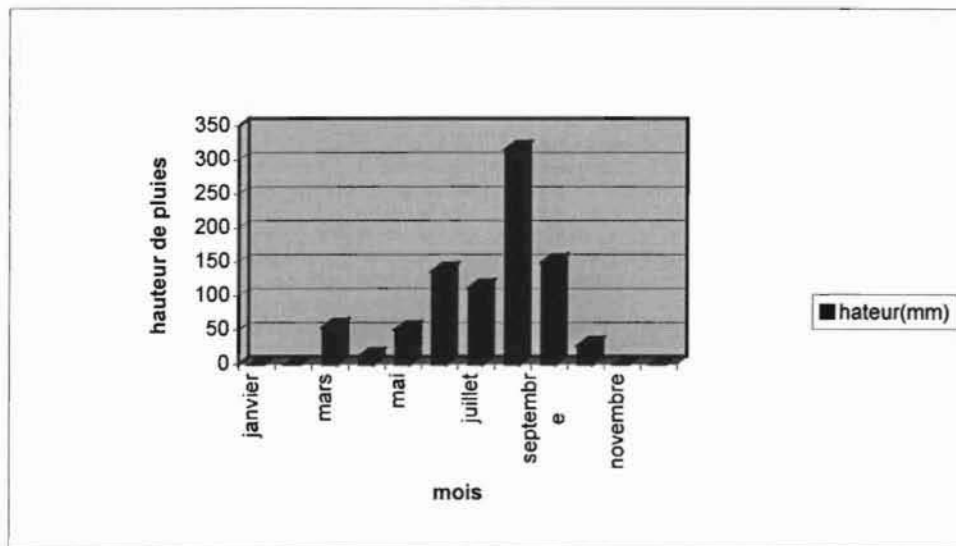
Les histogrammes de la page suivante montrent de manière assez claire la variabilité de la répartition des quantités de pluies dans l'espace et dans le temps au niveau de la zone d'étude.

En effet, bien que les deux stations soient distantes l'une de l'autre d'environ 5 km, la différence au niveau des quantités de pluies enregistrées est nette.

Tableau n° 1: Pluviométrie enregistrée en 1996 au niveau de la zone d'étude

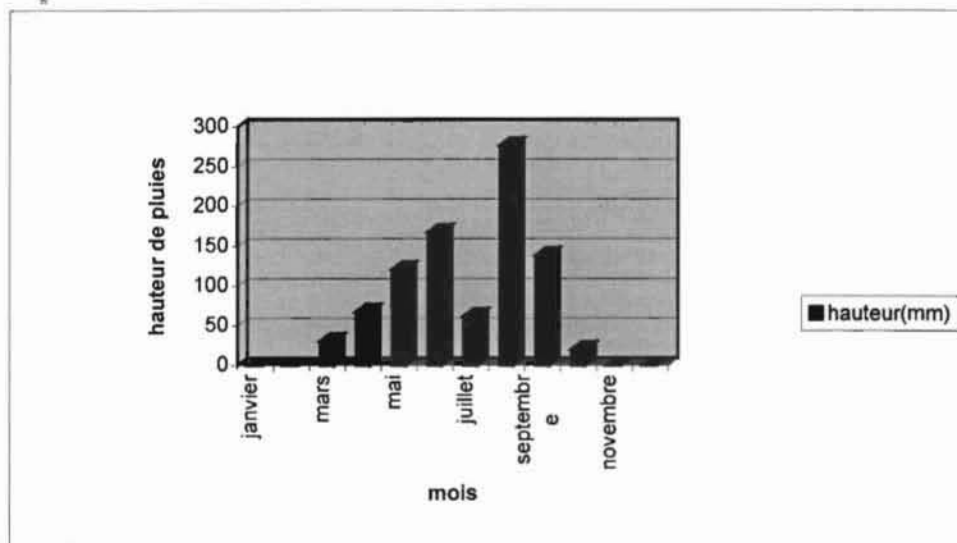
Station de SONABEL BAGRE		Station de BAGRE village	
mois	hauteurs de pluies enregistrées (mm)	mois	hauteurs de pluies enregistrées (mm)
janvier.	0	janvier	0
février	0	février	0
mars	54,6	mars	30,4
avril	11,6	avril	67,6
mai	50,8	mai	121,2
juin	136,8	juin	167,5
juillet	112,2	juillet	61,9
août	315,8	août	277
septembre	149,6	septembre	138,7
octobre	27,4	octobre	20
novembre	0	novembre	0
décembre	0	décembre	0

Figure n°1: Répartition mensuelle des pluies de 1996 au niveau du grand Bagré



Source: station de mesure de SONABEL de Bagré

Figure n°2: Répartition mensuelle des pluies de 1996 au niveau du Bagré village



Source: station de mesure de Bagré village

I.2.1.4. L'évaporation

L'évaporation est la principale cause de tarissement des plans d'eau de la région. Les effets combinés de l'ensoleillement diurne important pendant toutes les périodes et des vents chauds et secs de l'Harmattan maintiennent l'évaporation élevée au cours de toutes les saisons.

D'après une étude réalisée par SOGREAH en 1990, le bilan hydrique de la zone du projet Bagré est, excepté le mois d'Août, négatif au cours de toute l'année.

1.2.1.5. Le relief

L'ensemble de la zone présente des reliefs résiduels rocheux dégagés par l'érosion. Le massif le plus important, constitué de migmatites, est situé au sud de Lenga et culmine à 386 m. Il se prolonge en rive droite du Nakambé par un axe de collines érodées orienté nord-est/sud-ouest. On observe de petites buttes et chaos rocheux, peu élevés (rarement plus de 10m) dans la région de Garango. Ces reliefs correspondent à des pointements rocheux de migmatites, amphibolites ou granite, à des filons de quartz et d'anciennes surfaces cuirassées. L'ensemble de ces reliefs domine une vaste plaine ondulée à une altitude de 230-300 m. Cette dernière est constituée de très longs glacis en pente douce, plus ou moins fortement entaillés par un réseau de talwegs et vallons en berceau, mais seules les grandes vallées (Nakambé et ses grands affluents) présentent des formations alluviales.

1.2.1.6. Les sols

La majeure partie des sols est issue des roches antécambriennes du socle africain, avec ici principalement des formations métamorphiques: migmatites variées et orthogneiss, souvent assez riches en minéraux verts avec localement des amphibolites pures. L'altération en place de ces roches donne, sur les hauts glacis, des sols ferrugineux limono-sableux, pauvres mais modérément acides, généralement remaniés par l'érosion, tandis que les bas de glacis présentent une évolution vertique (argile de type montmorillonite) liée à un milieu riche en base et présentant un drainage interne/externe (engorgement temporaire). Les sols vertiques, très argileux et compacts en profondeur sont également remaniés par l'érosion. Les zones alluviales présentent des sols hydromorphes sur matériaux homogènes (vallons en berceau principalement colluviaux) des sols limoneux très fertiles sur les terrasses jaunes.

1.2.1.7. La végétation

La végétation naturelle de la région est fortement marquée par l'occupation humaine très ancienne. Les grands glacis non cultivés sont occupés par une savane peu boisée, typiquement soudanienne et correspondant en fait à des jachères anciennes. On y remarque des *Butyrospermum paradoxa*, *Lannea acida*, *Bauhinia sp*, *Terminalia avicenioides*, et la strate herbacée est constituée d'*Andropogon*.

Certains glacis sont occupés par une brousse à épineux où dominent *Acacia seyal* et *Balanites aegyptiaca* et correspondent souvent à des sols argileux et peu structurés, dégradés en surface.

Dans les bas fonds selon le type de sol et le degré d'hydromorphie, on rencontre des prairies sans arbres ou à *Mitragyna inermis*, des savanes très boisées constituant souvent des forêts galeries le long des berges du Nakambé. On y observe des grands arbres tels le *Ficus gnaphalocarpa*, *Daniella olivieri*, *Khaya senegalensis*. La végétation des reliefs résiduels, des cahots rocheux, buttes cuirassées, présente une savane arbustive et arborée à combretacées, *Lannea*, *Gardenia sp*, *Burkea africana*, *Detarium microcarpum*. Comme arbres utiles sur les terroirs villageois: *Parkia biglobosa*, *Butyrospermum paradoxa*, *Tamarindus indica* et des bergers de manguiers.

I.2.1.8. L'hydrographie

La zone d'étude est drainée par le Nakambé (volta blanche) et ses affluents. Le réseau hydrographique est très dense sur l'ensemble de la zone, mais on ne distingue que peu d'affluents importants. Aucun d'entre-eux, y compris le Nakambé ne présente un débit permanent. En saison sèche il n'existe que des mares isolées dans le lit mineur du fleuve principal et de ses principaux affluents. La pente longitudinale des vallées est très faible (pente moyenne du Nakambé sur la zone est d'environ 0,35 ‰), ce qui explique l'importance de la superficie inondée même aux plus basses eaux.

I.2.2. Données démographiques

Le dernier recensement national de la population réalisé en 1985, chiffrait la population de la zone d'étude à 101829 habitants. La densité moyenne était de 46,4 habitants/km², le taux de croissance démographique moyen est estimé à 3 %.

Les principaux groupes ethniques sont:

- les Bissa qui sont la population autochtone
- les Peuls qui sont intégrés depuis plusieurs générations dans les villages Bissa
- les Mossi sont pour la plupart des immigrants

Les principales activités de cette population sont: l'agriculture l'élevage et la pêche.

I.2.3. Présentation des lacs Bagré

I.2.3.1. Géologie du bassin versant

Le bassin versant du lac grand Bagré couvre une superficie de 34000 km². Il est établi sur un substrat constitué de roches cristallines (métamorphiques ou non) du socle précambrien, la zone d'étude se présente comme un bassin faiblement entaillé par un réseau

hydrographique peu encaissé et assez diffus. Tous les cours d'eau y compris le Nakambé, sont temporaires, les éléments amont ne coulant que peu de temps lors de grosses pluies. Le modèle est celui d'un vaste glacis descendant très lentement vers le lit du Nakambé, par des pentes rectilignes rarement interrompues par des reliefs résiduels. L'ensemble est très uniforme et subi lors des pluies une érosion en nappe, pelliculaire, probablement intense si la végétation se raréfie, ce qui peut se traduire par un glaçage de surface de sol et une dynamique de l'eau favorable (important ruissellement diffus, infiltration faible). La pente de glacis de part et d'autre du Nakambe est de l'ordre de 0,4 % à 1 %, tandis que la pente générale du lit de la rivière est de 0,365 % dans la zone du barrage. Dans la zone d'étude le lit du fleuve prend successivement deux orientations différentes liées au contexte structural: en amont, une section de 30 km d'orientation nord-sud suivie d'une section de même longueur se terminant au site du barrage et orientée nord-sud/sud-ouest.

Le paysage dominant est celui d'une savane arbustive, plus dense dans les parties basses et extrêmement modifiée par l'intervention humaine dans la plupart des parties hautes où sont rassemblés les terroirs agricoles.

Le climat est tropical chaud type soudanien, la température est toujours élevée en milieu de la journée et varie d'une moyenne mensuelle du mois le moins chaud 23 °C (en Janvier) à celles du mois le plus chaud 31 °C(en Avril). Les températures journalières varient entre la nuit et le jour de 26 °C à 37 °C en Mai et de 18 °C à 34 °C en Décembre.

Les sols des bassins versants sont soumis à une pédogenèse, active surtout en période de pluies, qui se traduit soit par:

- une altération montmorillonitique (la plus fréquente sur le substrat de migmatites), elle donne des argiles gonflantes de teinte verdâtre, soumises à une vertisolisation. La zone de transit entre ces argiles et la roche mère est ondulée et constitue une arène de décomposition. L'horizon argileux est presque omniprésent sur les glacis des bassins versants des deux lacs sauf lorsque la roche mère est trop superficielle. Le périmètre irrigué du Petit Bagré est entièrement situé sur cette formation imperméable.

- une ferruginisation affecte les matériaux bien drainés et pauvres en bases et donne naissance à des nodules et concrétions ferromanganitiques sur les hauts glacis.
- une brunification qui affecte localement les horizons superficiels qui sont le plus souvent le résultat d'un colluvionnement de versant et sont donc très riches en matériaux grossiers.

I.2.3.2. caractéristiques des lacs Grand Bagré et Petit Bagré

Les lacs Bagré, sont des lacs de barrage, installés respectivement sur le Nakambé (Volta blanche) et sur un affluent du Nakambé. Ils sont situés à 150 km au sud-sud-est de Ouagadougou. Le barrage créant le lac grand Bagré est placé à 1 km en amont de Gué sur la piste Bagré-Gomboussougou.

Les coordonnées géographiques du barrage sont :

11°27' latitude nord

0°30' longitude ouest

Le lac grand Bagré est situé à cheval entre les provinces de Boulgou (sud-ouest de Tenkodogo) et de Zoundweogo (est de Manga). La superficie maximale du lac est de 25000 ha à la cote 235 m pour un volume de 1700 millions de m³, ceci correspond à la période de hautes eaux. La superficie minimale est de 8500 ha à la cote 226,7 m pour un volume de 350 millions de m³: c'est la période de basses eaux.

La longueur maximale de la retenue est de 70 km et la minimale est de 40 km. La largeur moyenne du lac varie de 2 à 3,5 km selon les zones. Le pourtour du lac est de 400 km.

Le lac grand Bagré est entouré par les villages suivants:

rive gauche: Beguedo, Boussouma, Lergo, Ouenzeogo, Zabo, et Bagre

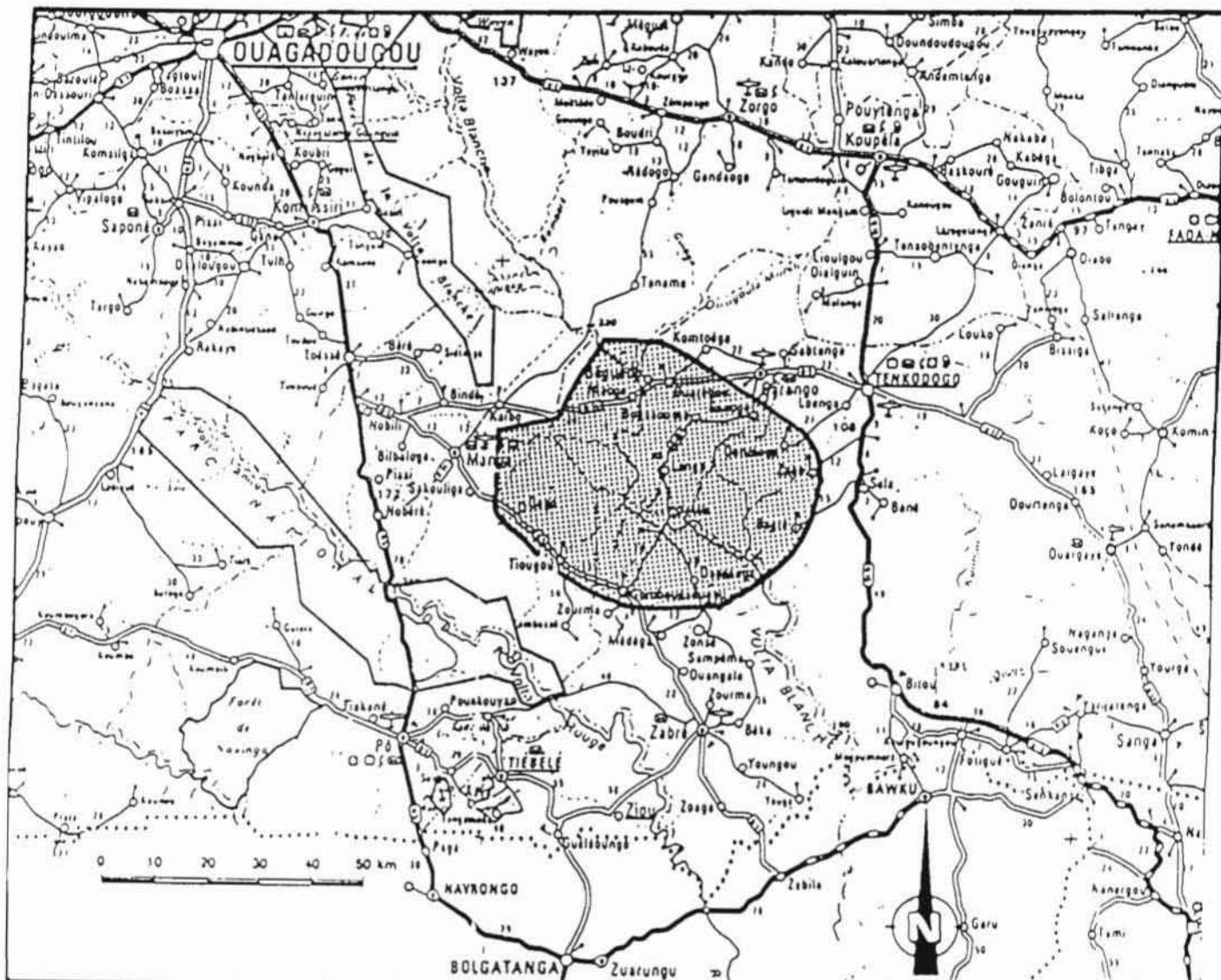
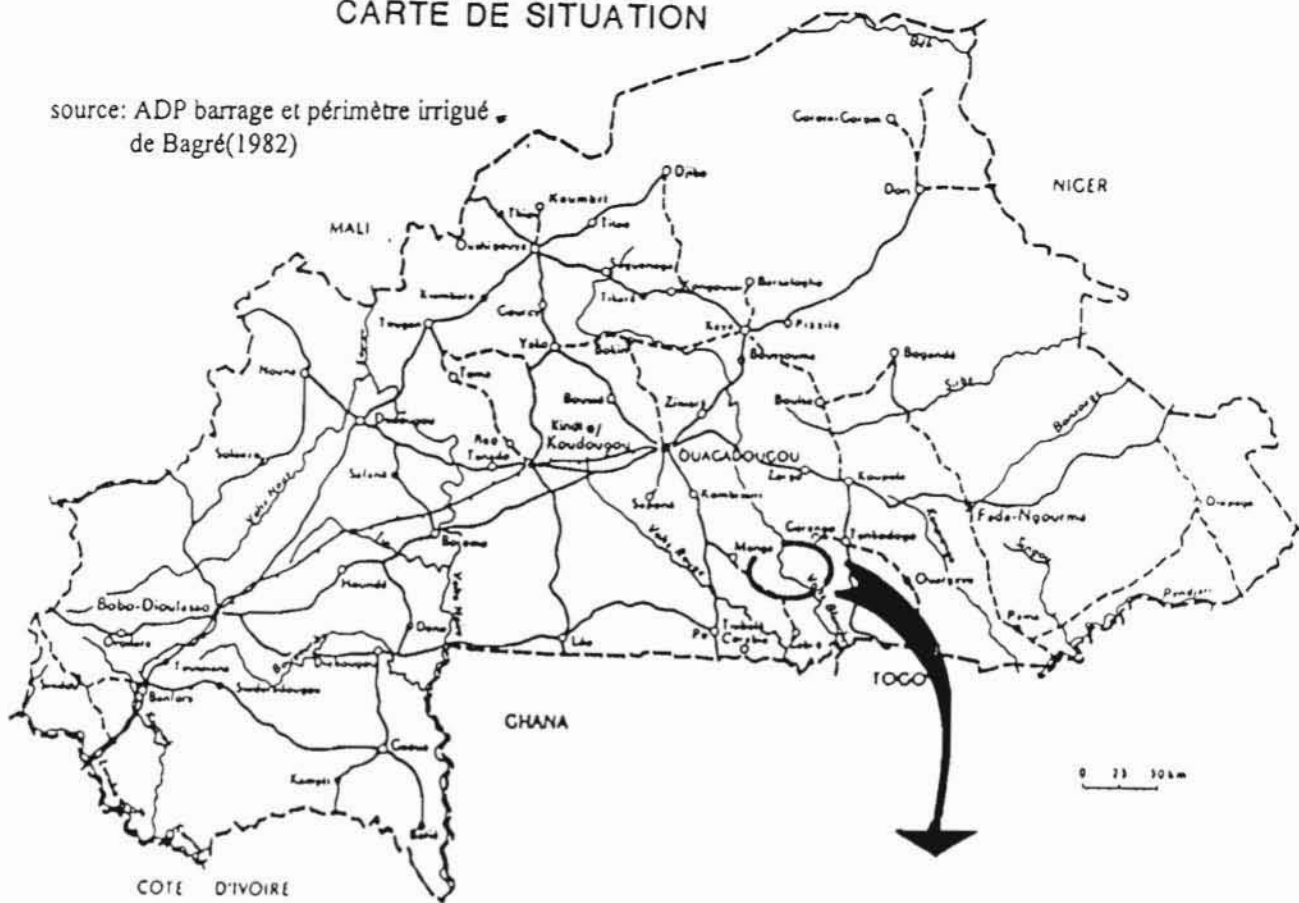
rive droite: Niaogo, Niarba, AVV (Kaibo sud, Manga est), Gogo, et Gomboussougou.

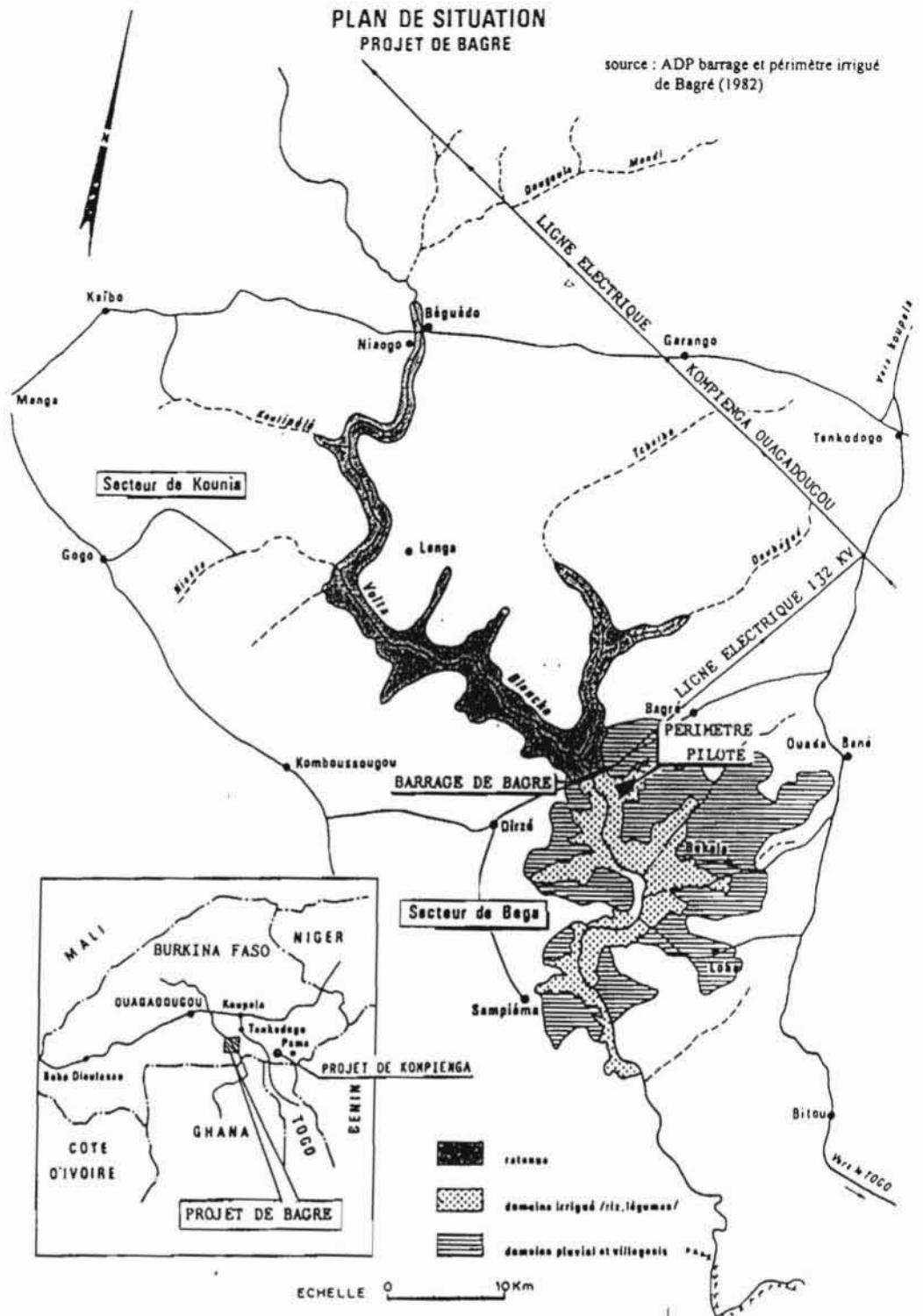
Le lac petit Bagré a été créé en 1979-1980, il a une capacité de 3,5 millions de m³ à la cote 227,82 m.

Les cartes suivantes donnent la situation géographique des plans d'eau (voir page suivante).

CARTE DE SITUATION

source: ADP barrage et périmètre irrigué
de Bagré(1982)





I.2.3.3. Les objectifs des deux lacs

Le lac grand Bagré est à buts multiples. Il doit prioritairement assurer l'irrigation de 7400 ha de périmètre aval et produire de l'électricité pour la ville de Ouagadougou. Les autres objectifs du lac sont:

l'intensification de l'élevage et son intégration totale à l'agriculture;

la pêche qui était longtemps une activité temporaire devient, dès la mise en eau du barrage (1992), une des principales activités économiques des populations riveraines. A ce niveau il est prévu l'encadrement des pêcheurs, leur équipement ainsi que la création des débarcadères et des points de ventes de poissons. Il existe présentement 12 débarcadères tout autour de la retenue. Les objectifs visés par le programme de développement de la pêche sont d'amener la production de la retenue à 1000 tonnes de poissons/an en 1997.

Le lac petit Bagré a un but expérimental. Il a été créé pour expérimenter l'irrigation du riz sur un périmètre de 80 ha ceci dans le cadre de mieux tester la faisabilité du lac grand Bagré.

Depuis sa création (1980) jusqu'à la mise en eau du grand Bagré (1992), le petit Bagré a servi à l'irrigation, à l'abreuvement du bétail et à la pêche. Aujourd'hui, seuls les deux rôles continuent d'être assurés, la pêche ne se pratique presque plus au niveau du petit Bagré.

I.2.3.4. La production piscicole du grand Bagré

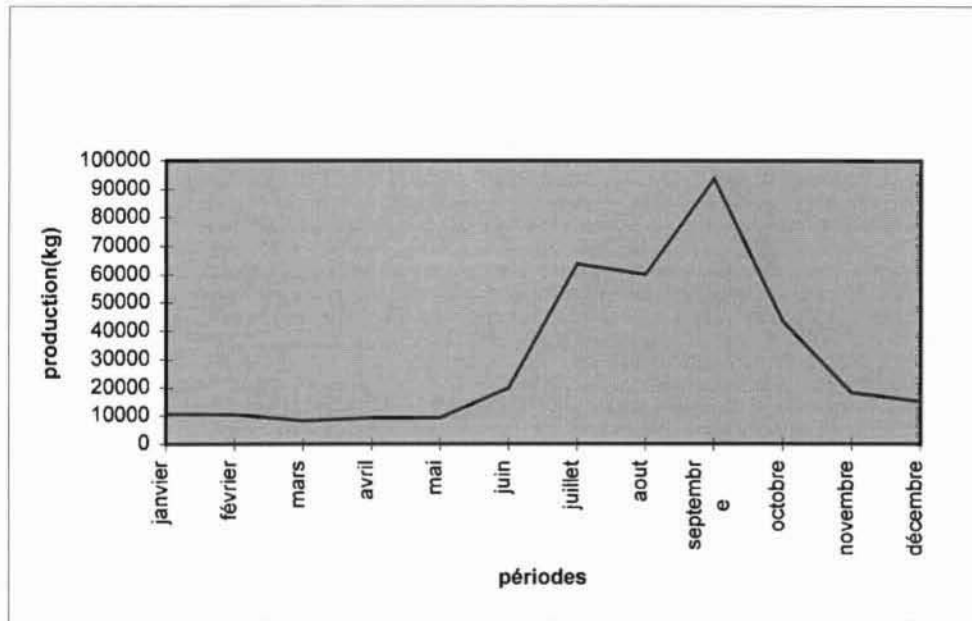
L'absence des statistiques bien tenues au niveau de tous les débarcadères du lac grand Bagré et le manque de moyens matériels pour l'évaluation directe de la biomasse piscicole, ont limité cette étude au seul débarcadère de Bagré. Ace niveau, les données récoltées sur les captures de l'année 1996 sont les suivantes:

Tableau n°2: Production piscicole de 1996 au niveau du débarcadère de Bagré

périodes	production (kg)
janvier	10561
février	10424,5
mars	8228
avril	9226
mai	9229
juin	19876
juillet	63738
août	59925,5
septembre	93667,5
octobre	43319
novembre	18076,5
décembre	15036

Source: agents de pesée du débarcadère de Bagré

Figure n°3: Evolution annuelle de la production piscicole de 1996 du lac grand Bagré: débarcadère de Bagré



Source: agent de pesée du débarcadère

A partir des données ci-dessus, on remarque que la production piscicole a lieu toute l'année et l'importance des captures est fonction des périodes. On note une période à faible production comprenant les mois de novembre à juin; et une période à production importante s'étalant de juillet à octobre. Le maximum de production a été réalisé en septembre.

Chapitre II. Méthodologie

II.1. Moyens logistiques

Afin d'atteindre les objectifs définis au niveau de l'introduction nous avons adopté la méthodologie suivante:

1° / l'étude sera conduite sur deux périodes correspondant à:

la période des hautes eaux

la période des basses eaux

2°/ au cours de chaque période il sera mène les investigations suivantes:

- un échantillonnage des macro-invertébrés du benthos
- des mesures de la transparence de l'eau
- des mesures de la teneur en oxygène dissout dans l'eau
- des mesures de la température de l'eau
- des mesures de la turbidité de l'eau
- des mesures de la conductivité de l'eau
- un suivi de la production des pêcheries
- un suivi du rétrécissement des retenues

II.2. moyens matériels et humains

- une solution de formol à 5 %
- une benne géologique
- un disque de secchi
- un oxymètre
- un turbidimètre
- un conductimètre
- une bouteille de prélèvement d'eau à différentes profondeurs
- un tamis d'une grille de 1 mm
- des assiettes
- deux loupes de terrain
- un gilet flotteur
- des flacons vides
- un G.P.S.

- un binoculaire
- des images satellitaires et les outils informatiques de traitement
- six(6) pêcheurs
- l'agent forestier en place
- le stagiaire
- un enseignant chercheur spécialiste en ichtyologie

II.3. le choix des sites

le choix de site est guidé par les faits suivants :

1°/le lac de barrage de Bagré est l'une des plus importantes retenues du pays. de ce fait la compréhension des mécanismes biologiques et physico-chimiques régissant cette retenue est d'une importance capitale.

2°/ les lacs grand Bagré et petit Bagré sont situés dans la même localité, donc soumis aux mêmes conditions climatiques, ceci permet de comparer l'évolution saisonnière au niveau des grandes et petites retenues

3°/la région de Bagré fera l'objet d'un balayage satellitaire ce qui permet de suivre le rétrécissement de l'eau à partir des images satellitaires.

II.4. la collecte des données

II.4.1. la collecte des données sur la faune benthique

la faune benthique est l'un des éléments les plus importants de l'écosystème aquatique. En effet, les invertébrés aquatiques servent directement ou indirectement de nourriture aux poissons et ce à tous les stades de leur développement. Ainsi, la connaissance en nombre et en espèces de faune benthique est un bon indicateur de la qualité nutritionnelle de l'habitat. pour inventorier la faune benthique, nous avons retenu la méthode d'échantillonnage par transects. pour chaque transect nous avons retenu une largeur de 10 m, l'échantillonnage s'effectue de berge vers le milieu de la retenue. Les points de prise d'échantillons sont des placeaux de 10 m sur 10 m et sont espacés entre eux de 10 m. Au niveau de chaque placeau l'échantillonnage s'effectue de la manière suivante:

- de chaque coté de la barque nous effectuerons un prélèvement de la vase (soit deux coups de benne géologique).
- la vase récoltée est conservée dans une assiette portant les numéros du transect et du placeau.
- à chaque coup la benne géologique racle la vase sur une superficie de

(20 cm sur 15 cm),soit une surface de 600 cm² au niveau de chaque plateau.

une fois tout le transect échantillonné nous regagnons la berge où, à l'aide d'un tamis d'une grille de 1 mm et d'une loupe, nous examinons chaque échantillon. Les insectes et leurs traces (parties du corps et les étuis) répertoriés sont introduits dans un flacon contenant une solution de formol à 5 % et une étiquette portant les indications nécessaires pour la reconnaissance du site et de l'échantillon.

II.4.2. Mesure des paramètres physico-chimiques

II.4.2.1. La transparence de l'eau

La transparence de l'eau est un facteur important de la vie aquatique. Elle détermine la profondeur atteinte par les rayons solaires incidents. Ces derniers servent de source d'énergie au phytoplancton pour la photosynthèse. Le phytoplancton, tout en servant d'aliment pour les poissons herbivores et certains invertébrés benthiques, est aussi une source de production d'oxygène dans l'eau.

La mesure de la transparence de l'eau s'effectue à l'aide du disque de SECCHI. Pour chaque mesure, nous choisissons trois sites, nous faisons la moyenne des trois mesures. Celle-ci est considérée comme étant la transparence du jour. L'heure de mesure est fixée à 14 heures, ce qui correspond au moment où les rayons solaires sont perpendiculaires à la surface terrestre dans nos régions, donc au maximum de lumière. En effet, la profondeur atteinte par la lumière solaire dans l'eau est à son maximum quand les rayons solaires sont perpendiculaires à la surface de l'eau. Ceci correspond au maximum de l'activité photosynthétique au niveau du plan d'eau.

II.4.2.2. La teneur en oxygène de l'eau

la teneur en oxygène de l'eau conditionne la vie en milieu aquatique. Elle donne des indications sur la qualité de l'habitat.

La présente étude vise à mettre en évidence la variation verticale de la teneur en oxygène dissous dans l'eau. Pour cela au niveau de chaque site, nous effectuons des mesures tous les 20 cm et ce jusqu'à 300 cm de profondeur. L'heure de mesure étant 14 heures, ce qui correspond au moment où la quantité d'oxygène dans l'eau est la plus importante. Pour effectuer ces mesures nous avons utilisé le matériel suivant:

- un oxymètre
- une bouteille de prélèvement d'échantillon d'eau à différentes profondeurs

II.4.2.3. La température

la température agit sur l'équilibre chimique de l'eau en augmentant ou en réduisant la vitesse des réactions chimiques et biochimiques. Le déplacement de l'équilibre se fait surtout sentir au niveau de la densité et de la viscosité de l'eau, et aussi au niveau de la solubilité des gaz en particulier de l'oxygène.

Comme pour l'oxygène, ici aussi nous cherchons à mettre en évidence les variations verticales de la température. Ainsi, les mesures de températures sont effectuées en même temps que celles de la teneur en oxygène.

II.4.2.4. La turbidité

La turbidité renseigne sur la quantité des particules en suspension dans l'eau. Les matières en suspension affectent directement ou indirectement la vie aquatique, soit d'une façon bénéfique en dissimulant les jeunes poissons à leurs prédateurs naturels, soit plus fréquemment d'une façon nuisible en colmatant les frayères minérales et végétales, en asphyxiant les œufs, voire les poissons adultes en épaississant les cellules des branchies (HERBERT et ALABASTER 1961).

Les matières en suspension réduisent également la croissance et l'hébergement des invertébrés entrant dans l'alimentation des poissons.

Par manque de turbidimètre portable, nous effectuerons la récolte d'échantillon à l'aide des flacons en verre, et les mesures se feront au laboratoire.

II.4.2.5. La conductivité

La conductivité électrique renseigne sur la teneur en sels électrolyrables dissous dans l'eau. Elle donne une idée de la pression osmotique régnant dans le milieu aquatique. Comme pour la turbidité, les mesures de la conductivité se feront au laboratoire à l'aide d'un conductimètre.

II.4.3. Collecte des données sur la production

Les données sur la production permettent d'apprécier quantitativement les effets des variations saisonnières au niveau de la retenue. Ces données seront récoltées au niveau des débarcadères où un suivi journalier des prises a lieu et ce pendant toute l'année. _

Au niveau du lac petit Bagré, nous ne pourrons pas suivre l'évolution saisonnière de la production. En effet, dès l'ouverture de la pêche au niveau du lac grand Bagré, les pêcheurs

ont cessé de pêcher sur le petit lac et à notre niveau nous ne disposons pas de matériel nécessaire pour la quantification de la biomasse piscicole de la retenue.

II.4.4. Collecte des données sur le rétrécissement saisonnier des retenues

Le rétrécissement de l'eau entraîne un bouleversement des conditions de vie de la faune aquatique. En effet, la diminution de la surface immergée provoque une concentration de la faune aquatique dans la portion non séchée de la retenue. Ceci augmente considérablement la concurrence intra et inter-spécifique au niveau de la nourriture et de l'habitat. Le poisson soumis à un tel stress est très vulnérable non seulement aux maladies mais aussi aux différents prédateurs et à l'homme.

La collecte des données sur le rétrécissement s'effectuera de deux manières:

- à l'aide du GPS (Global Positioning System), nous déterminerons la limite des eaux pendant les deux périodes (hautes eaux et basses eaux). Pour le petit bagré, nous déterminerons la limite des eaux à chacune des deux périodes, en faisant le tour du barrage. Pour le grand Bagré, étant donnée la taille du barrage et vue les moyens à notre disposition, nous nous contenterons de suivre le rétrécissement au niveau d'une portion de l'une des berges.

Le GPS donne la position d'un point sur la terre (latitude et longitude). D'autre part, tous les points dont les coordonnées ont été déterminées par le GPS, peuvent être matérialisés sur un fond de carte. Ainsi, il suffit de joindre les différents points pour matérialiser la ligne correspondant à la limite des eaux au moment de l'enregistrement des coordonnées des points par le GPS.

La seconde manière de suivre le rétrécissement se basera sur la délimitation des berges à partir des images satellitaires. A cette fin, deux images de la région, dont l'une correspondant à la période des hautes eaux et l'autre à la période des basses eaux seront mises à notre disposition. Ces images seront traitées à l'ordinateur à l'aide du logiciel Winchip (windors for chips) et ainsi le rétrécissement des retenues sera quantifié. En effet, les objets se trouvant à la surface de la terre, ont des reflectances variables. Ces différentes énergies émises sous forme d'ondes électromagnétiques sont captées par les détecteurs mss (multispectral scanner ou balayeur multispectral) incorporés aux satellites. Ainsi, sur une image satellitaire, les objets peuvent être séparés à partir des longueurs d'ondes de leur reflectance. Les grands ensembles homogènes peuvent être séparés sur la base de leur énergie. En effet, ROCHON (1977) a démontré qu'il est possible de délimiter la surface d'un lac avec une précision de

90 % à 99 % et le périmètre avec une précision de 93 % .

Cependant, pour pouvoir bien séparer, le choix du canal est déterminant. En effet, les objets ont des propriétés différentes selon les canaux.

C'est ainsi que l'eau absorbe les radiations solaires dans le canal mss7. La distinction eau/sol ou eau/végétation est optimale dans cette portion du spectre électromagnétique .

Aussi la détectabilité des surfaces des plans d'eau sur image satellitaire demeure - t- elle faible dans les zones où l'eau est envahie par la végétation aquatique et semi-aquatique . Dans ces zones, la reflectance est mixte. Elle est due à la fois à l'eau et à la végétation qui se trouve dans l'eau.

Pour suivre le rétrécissement nous avons fixé une valeur de reflectance limite . Tous les points dont l'énergie est inférieure ou égale à cette reflectance limite représentent l'eau. Ceci permettra de déterminer le périmètre immergé à chaque période.

II.5. Méthode d'analyse des données

Le biotope a une importance capitale dans la vie des organismes qui l'habitent. Plus le biotope est sain et propice, plus ses biocoenoses sont importantes et variées. En effet, les richesses spécifiques et l'abondance absolue de la faune benthique sont fonction de la qualité de l'habitat. Les variations saisonnières intervenant au niveau d'un écosystème se traduisent par des fluctuations au niveau des organismes qui y vivent.

Les lacs Bagré, objet de notre étude, ont un régime de remplissage strictement fluvial. Ils présentent, en fonction des saisons, deux périodes bien distinctes. Une période de hautes eaux intervenant pendant la saison des pluies et qui est caractérisée par une importante surface immergée et des eaux riches en substances minérales et en matières organiques. Une période de basses eaux intervenant pendant la saison sèche et qui correspond à des petites surfaces immergées car la majeure partie de l'eau a été perdue par évaporation et par les diverses activités anthropiques.

Le passage de la période de hautes eaux à celle de basses eaux se traduit par d'énormes changements tant au niveau des biocoenoses qu'au niveau des paramètres physico-chimiques de l'écosystème. En d'autres termes, les variations saisonnières provoquent des perturbations des écosystèmes aquatiques que sont les lacs Bagré.

Pour mieux comprendre l'influence des variations saisonnières sur les écosystèmes que nous avons étudiés, nous analyserons d'abord les résultats par période, ensuite nous effectuerons une comparaison pour chaque écosystème et enfin une comparaison des deux biotopes.

Pour les paramètres biologiques l'analyse portera sur les variations spécifiques et quantitatives des macro-invertébrés du benthos et sur la production piscicole au niveau du débarcadère de Bagré. En effet les macro-invertébrés benthiques sont une des composantes principales de la chaîne alimentaire en milieu aquatique. Certains des macro-invertébrés sont des bioindicateurs de la pollution des milieux aquatiques. Ainsi, les variations spécifiques et quantitatives de la faune benthique renseignent non seulement sur la qualité de l'habitat mais aussi sur la capacité nutritionnelle du milieu. La reconnaissance systématique des macro-invertébrés récoltés a eu lieu au laboratoire d'écologie à l'aide d'un binoculaire et de deux clés de détermination des invertébrés aquatiques.

Pour ce qui est de la production piscicole, elle donne des informations sur la biomasse piscicole totale d'un plan d'eau. En effet, plus la biomasse est importante, plus les captures sont faciles et importantes (méthode de LULY), donc plus la production piscicole est importante. Ainsi les fluctuations saisonnières de la production renseignent sur les impacts saisonniers au niveau de la biomasse piscicole. Ceci permettra de situer les périodes cruciales pour les poissons et de pouvoir proposer des plans d'aménagement dans le sens d'une exploitation rationnelle et durable des retenues.

En ce qui concerne les paramètres physico-chimiques, l'analyse se fera aussi par période et des comparaisons seront faites entre périodes et entre les écosystèmes pour ce qui est de l'évolution de ces paramètres. En effet, les variations physico-chimiques agissent non seulement sur le métabolisme des organismes aquatiques mais aussi sur le processus de minéralisation de la matière organique en suspension dans l'eau.

Chapitre III. Connaissances sur les principales espèces de la faune benthique inventoriées

En Afrique, particulièrement au Burkina Faso, les invertébrés aquatiques sont encore mal connus. Ce domaine a été peu investigué et les quelques études ayant eu lieu ont été surtout axées sur l'étude des vecteurs de maladies. C'est ainsi que la famille des simuliidae (ordre des diptères) dont l'espèce *Simulium damnosum* est vecteur de l'onchocercose a fait l'objet d'énormes investigations par l'organisation mondiale de la santé (O.M.S.) dans le cadre du programme de lutte contre l'onchocercose (O.C.P.) ainsi que par GUENDA (1985,1996).

Dans la présente étude, nous nous intéressons aux variations spécifiques et quantitatives ainsi qu'à la répartition horizontale de tous les macro-invertébrés de la faune benthique au niveau des lacs Bagré. Les investigations menées au niveau des deux retenues nous ont permis de recenser les ordres ci-dessous:

- l'ordre des diptères, largement dominant, représenté par les familles de chironomidae, de chaoboridae et de ceratopogonidae
- l'ordre des éphéméroptères dont la seule famille rencontrée est celle des baetidae
- l'ordre des coléoptères où aucune famille n'a pu être identifiée car c'est surtout des parties du corps (pattes, parties de l'abdomen, et de la tête) qui ont été rencontrées lors de l'échantillonnage
- l'ordre des orthoptères représenté par la famille des tridactyidae
- l'ordre des thysanoptères représenté par la famille des thysanoptères.

III.1. La famille des chironomidae

Les chironomides sont repartis dans les quatre sous-familles suivantes: Chironominae, Clunioninae, Orthoclaudiinae, Tanypodinae. Les chironomides représentent numériquement l'un des groupes les plus importants de la faune benthique. Ils ont un cycle de développement court en climats tropicaux et leur importance dans la chaîne trophique est souvent un élément majeur dans la production de certains milieux (C. DEJOUX, et al, 1983). Les chironomides n'ont pas de rôle médical par contre ils sont indicateurs de la pollution. En effet, d'après HYNES (1960) et DUSSART (1966) les chironomides abondent en milieux aquatiques pollués. A l'état adulte les chironomides ont le faciès morphologique semblable à celui d'un moustique.

Au cours de nos investigations nous n'avons rencontré que des formes larvaires et des étuis. Ces derniers sont généralement construits avec des particules de terre très fines. Ils ont

une forme cylindrique, de petit diamètre, et son libres ou collés à des supports tels des gravillons, des tiges et feuilles mortes. Les formes larvaires des chironomidés se caractérisent par leur tête très réduite et parfois difficilement visible. Le corps, de forme allongé, est composé de 10 à 12 segments nettement visibles. Toutes les larves rencontrées portent deux paires de branchies anales. Mis à part la tribu des Chironomini (sous-famille de Chironominae), nous n'avons pu identifier aucune autre. En effet, le binoculaire dont nous nous sommes servi ne permet pas d'étudier certains détails permettant cette différenciation.

La tribu des Chironomini (sous-famille de Chironominae)

Les formes larvaires de cette tribu présentent des particularités bien visibles au binoculaire. La tête, bien individualisée, a une couleur plus foncée que le reste du corps. Elle porte deux cornes. La segmentation du corps est nette. Les parties thoracique et anale portent des branchies dont le nombre n'a pu être identifié.

III.2. La famille des ceratopogonidae

Les ceratopogonidés se reconnaissent par la forme allongée de leur corps. Les formes inventoriées sont au stade larvaire. Elles présentent un corps nu et sont sans pseudopodes.

La partie anale porte des branchies en touffe semblables à des poils. La tête et la partie anale sont effilées.

D'après C.DEJOUX, Et al (1983) certains ceratopogonidés adultes sont hématophages (Culicoides) et leurs piqûres sont difficilement supportables par l'homme.

III.3. La famille des chaoboridae

Les chaoboridés se rencontrent au niveau des eaux stagnantes et des fleuves à l'étiage. Ils sont détritivores et vivent généralement au fond de l'eau. Les formes larvaires sont transparentes et présentent une morphologie très caractéristique. Elles portent deux sacs pneumostatiques situés respectivement sur le thorax et le septième segment abdominal. La segmentation du corps est nette et le corps est composé de 9 à 10 segments.

Les chaoboridés caractérisent un milieu eutrophe THIENEMANN (1925), et pollué DUSSART (1996)

III.4. La famille des baetidae

Les éphéméroptères abondent en milieu aquatique continental et surtout au niveau des eaux courantes non polluées. Les adultes sont de taille moyenne et ont des ailes inégales. Ils portent deux yeux composés en 3 ocelles sur leur tête et les larves ressemblent aux adultes. Les éphéméroptères sont regroupés dans plusieurs familles, cependant au cours de notre étude

nous n'avons pu recensé que celle des baetidés. Les individus de cette famille se caractérisent par leur corps cylindrique plus ou moins aplati, leur tête porte deux yeux composés, on note des vestiges d'ailes et des branchies au niveau du thorax, la partie anale porte des cerques au nombre de trois. Tous les individus rencontrés sont sous forme larvaire.

III.5. La famille des tridactylidae

Les orthoptères sont généralement terrestres; il n'existe pas de forme aquatique proprement dite. Cependant, on rencontre quelques formes qui ont adopté un système de vie semi-aquatique. Celles-ci se rencontrent fréquemment sur la végétation aquatique émergente. L'espèce que nous avons rencontrée porte au niveau de la tête deux yeux composés et deux antennes. Elles a deux paires d'ailes et trois paires de pattes avec la paire postérieure plus longue que le reste du corps. Cette espèce est présentée comme celle des criquets pygmées dans la clé de détermination des insectes aquatiques du nord-Amerique et elle appartient à la famille des tridactylidés.

III.6. L'ordre des thysanoptères

Les thysanoptères sont des insectes terrestres. Ils ont une forme cylindrique, leur tête porte deux yeux et deux antennes. On note la présence de deux paires d'ailes fibreuses et trois paires de pattes. La partie anale porte une touffe de poils.

Chapitre IV. Les résultats

IV.1. Distribution horizontale des espèces de la faune benthique des lacs Bagré

IV.1.1. Période de hautes eaux

Cette étude a été conduite sur un ensemble de 8 transects sur une portion du lac grand Bagré et 5 transects sur le lac petit Bagré. Chaque transect est long de 80m et large de 10m et débute à 10m de la berge. Tous les transects sont chacun divisés en 8 placeaux de 10m sur 10m et au niveau de chaque placeau une surface de 600 cm² est échantillonnée. Au total 64 et 40 échantillons de surface de fond ont été respectivement étudiés au Grand et au Petit Bagré au cours de cette période. Les résultats suivants ont été obtenus:

Tableau n°3: distribution horizontale de la densité absolue des macro-invertébrés du benthos au grand Bagré: période de hautes eaux

distance en mètre de la berge vers le large	nombre d'insectes/600cm ²	nombre d'insectes/m ²
10m	4,14	69,05
20m	4,71	78,57
30m	7,29	121,43
40m	2,45	40,8
50m	0,43	7,14
60m	1,43	23,8
70	0	0
80m	0,43	7,14

Tableau n°4: distribution horizontale de la densité absolue des macro-invertébrés du benthos au petit Bagré: période de hautes eaux

distance en mètre de la berge vers le large	nombre d'insectes/600cm ²	nombre d'insectes/m ²
10m	2,6	43,34
20m	0,6	10
30m	9,6	160
40m	6,8	113,34
50m	4	66,67
60m	6,6	110
70m	4,6	76,67
80m	4,25	70,84

Figure n°4: Distribution horizontale des macro-invertébrés de la faune benthique
au niveau des lacs Bagré: période de hautes eaux

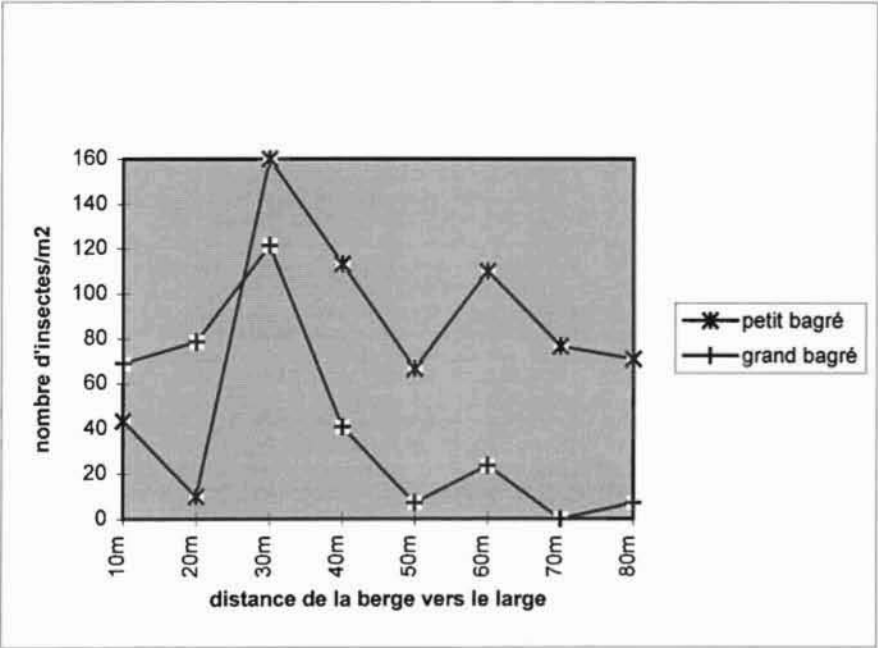


Figure n°5: Fréquences spécifiques des principales familles de diptères
récoltées au grand Bagré: période de hautes eaux

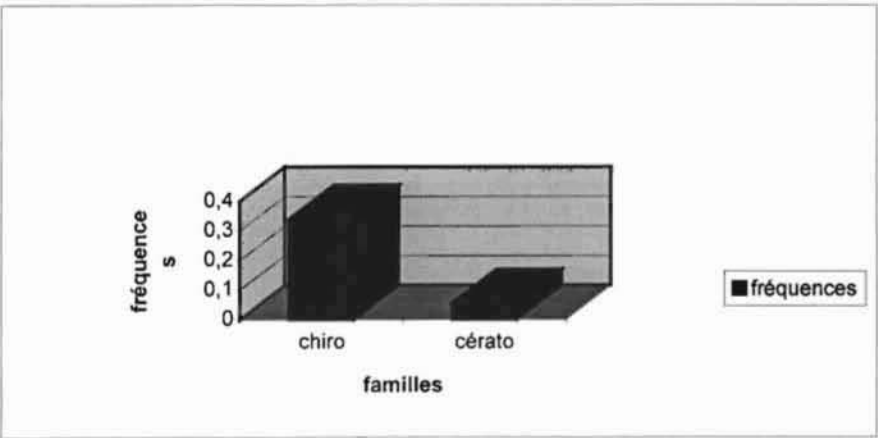
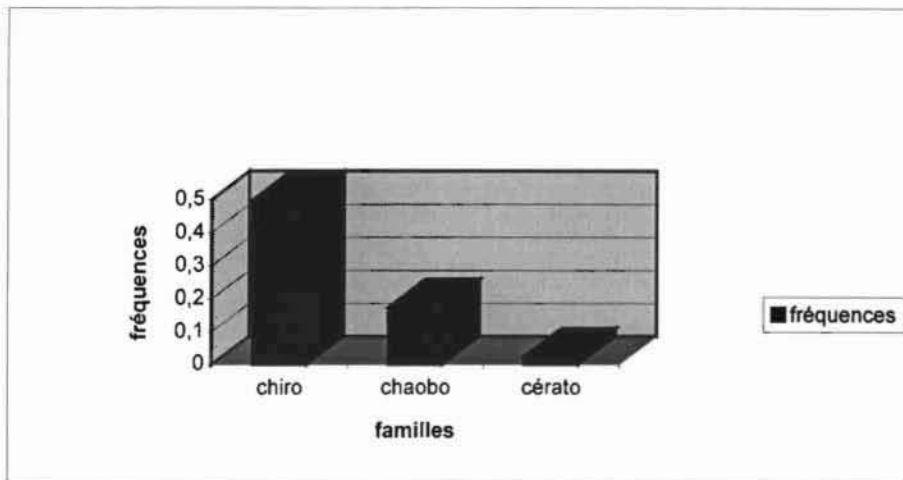


Figure n°6: Fréquences spécifiques des principales familles de diptères récoltées au petit Bagré : période de hautes eaux



Les principaux ordres rencontrés sont:

Diptera, Coléoptera, Ephéméroptera, Orthoptera et Thysanoptera

Les diptères sont largement dominants et représentés par les familles suivantes: chironomidae, ceratopogonidae, et chaoboridae. Les autres ordres sont représentés chacun par une seule famille à savoir les baetidae pour les éphéméroptères, les tridactylidés pour les orthoptères, et les thysanoptères pour l'ordre de Thysanoptera. Pour les coléoptères nous n'avons pas pu identifier la famille car le seul insecte récolté est abîmé, ce qui a rendu l'identification impossible. On remarque la richesse spécifique de la faune benthique des macro-invertébrés des deux plans d'eau est très faible par rapport à celle obtenue (11 espèces) par GUENDA (1996) au Mouhoun. Cependant il faut signaler que les milieux étudiés et les méthodes d'échantillonnage sont différents dans les deux cas: milieu lentique et échantillonnage à l'aide de la benne géologique pour les lacs Bagré; et milieu lotique et échantillonnage à l'aide d'un filet du type Suber dans le cas du Mouhoun.

Au niveau du lac grand Bagré c'est sont les ordres de diptères, d'orthoptères, et de thysanoptères qui ont été rencontrés. Pour ce qui est de la répartition géographique de ces insectes au niveau du plan d'eau, les diptères se rencontrent dans tous les sites d'échantillonnage. Les orthoptères sont rencontrés aux niveaux 20m, 30m, et 80m de la berge. Les thysanoptères sont recensés en un seul lieu, à 80m de la berge. Pour ce qui est de la densité absolue des macro-invertébrés, le nombre varie de 0 à 121 individus/m². La densité minimale (zéro) a été observée au niveau 70 m de la berge. A ce niveau nous avons récolté,

presque dans tous les échantillons, des étuis des chironomides mais pas d'insectes présents. La densité maximale a été observée au niveau 30 m de la berge. Nous remarquons que les plus fortes valeurs de la densité absolue sont observées vers la berge. Au niveau des diptères, groupe largement dominant, les chironomides représentent plus de 90 %.

Au niveau du petit Bagré, en plus des ordres rencontré au grand Bagré, nous avons recensé ceux des coléoptères et des éphéméroptères. Les diptères sont présents au niveau de tous les sites d'échantillonnage et sont représentés par les familles de chironomidae, de chaoboridae, et de ceratopogonidae. La densité absolue varie de 10 à 160 individus/m². Les plus faibles valeurs de la densité sont observées vers la berge. Ici aussi les chironomides représentent plus de 90 % des diptères.

Discussion

Au grand Bagré comme au petit Bagré la densité absolue des macro-invertébrés benthiques est faible comparativement au résultat obtenu par GUENDA (1996) au Mouhoun où elle varie de 808 à 13057 individus/m². La faible densité observée au grand Bagré pourrait être due d'une part au caractère jeune du lac (5 ans d'existence), car selon DUSSART (1966) les lacs jeunes sont caractérisés par la prédominance des facteurs physiques et chimiques et que les organismes benthiques jouent un rôle relativement faible. D'autre part cette faible densité pourrait aussi être due à la nature du fond qui est ici sableux et pierreux, or d'après DESCAMPS (19971) les biocoenoses benthiques varient en fonction de la nature du substrat et que les communautés des fonds sableux sont relativement plus faibles que celles des autres fonds.

Au petit Bagré la faible densité observée pourrait être due à son comblement (17 ans d'existence). En effet, de par certaines de ses caractéristiques (eau bleue, fond vaseux), le petit Bagré ressemble aux lacs dits eutrophes par THIENEMANN (1925) et dont la faune benthique serait surtout représentée selon DUSSART (1966) par les chironomides et les chaoborides.

IV.1.2. Période de basses eaux

Les méthodes d'investigation sont les mêmes que celles utilisées pendant la période de hautes eaux. Les résultats suivants ont été obtenus:

Tableau n°5: Distribution horizontale de la densité absolue des macro-invertébrés
du benthos au grand Bagré: période de basses eaux

distance de la berge vers le large	nombre d'insectes/600cm ²	nombre d'insectes/m ²
10m	12,8	213,33
20m	12	200
30m	1,6	26,67
40m	0,8	13,33
50m	0	0
60m	0,4	6,67
70m	1,2	20
80m	6	100

Tableau n°6: Distribution horizontale de la densité absolue des macro-invertébrés
du benthos au petit Bagré: période de basses eaux

distance de la berge vers le large	nombre d'insectes/600cm ²	nombre d'insectes/m ²
10m	2	33,33
20m	9,33	155,56
30m	49	811,11
40m	58	966,67
50m	2,6	44,44
60m	1,33	22,22
70m	2,6	44,44
80m	1,33	22,22

Figure n°7: Distribution horizontale des macro-invertébrés de la faune benthique au niveau des lacs Bagré: période de basses eaux

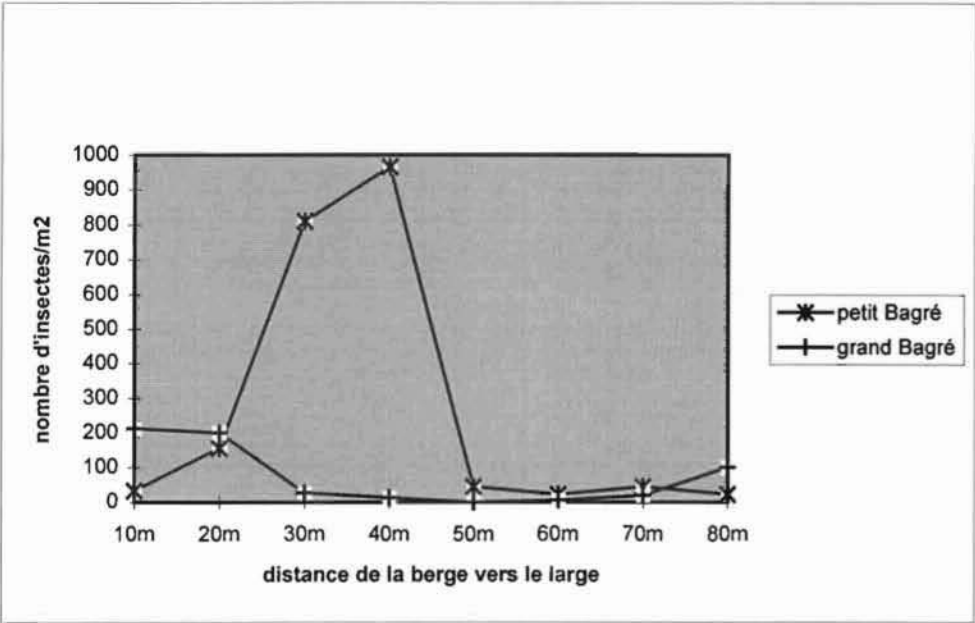


Figure n°8: Fréquences spécifiques des principales familles de diptères récoltées au grand Bagré: période de basses eaux

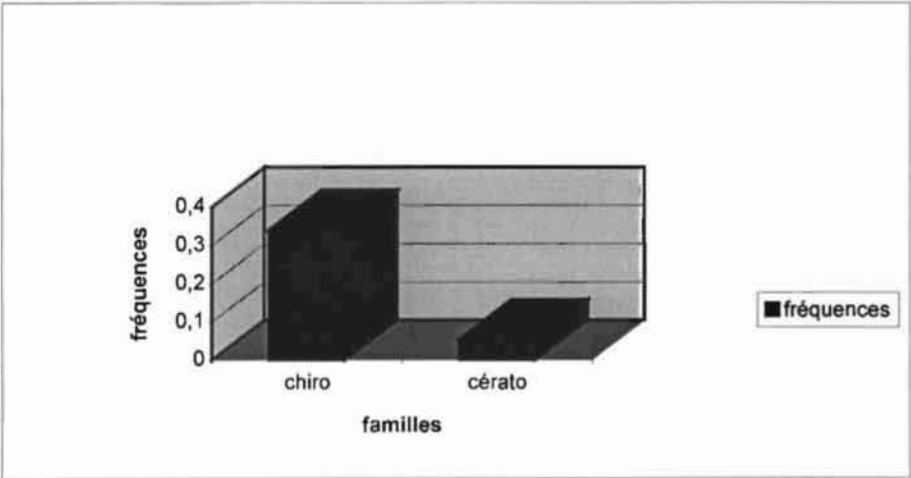
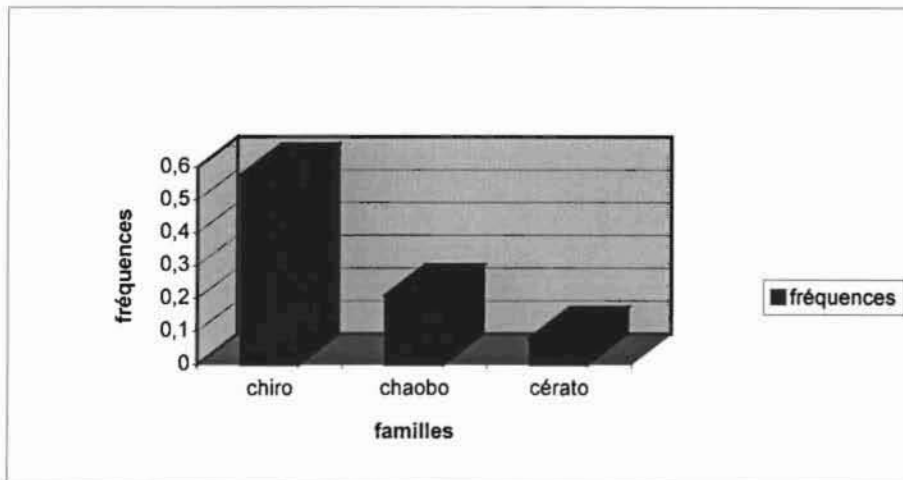


Figure n°9: Fréquences spécifiques des principales familles de diptères
récoltées au petit Bagré: période de basses eaux



Les ordres rencontrés sont les suivants: Diptera, Ephéméroptera, Thysanoptera et Orthoptera

Les diptères sont, largement dominants, et représentés par les trois familles récoltées pendant la période de hautes eaux.

Au grand Bagré, la densité absolue varie de 0 à 213 individus/m². Les valeurs maximales sont observées à proximité de la berge et les minimales vers le large. La valeur minimale (zéro) est observée au niveau 50m de la berge, ceci pourrait se comprendre si l'on tient compte du rétrécissement de l'eau. Ainsi le niveau 50m correspondrait au niveau 70m de la période de hautes eaux. On note une fréquence d'apparition des éphéméroptères relativement importante alors qu'ils sont absents pendant la période de hautes eaux. Ceci pourrait s'expliquer par le changement des caractéristiques physico-chimiques de l'eau. Pendant la période de hautes eaux, les eaux sont troubles et turbides, or d'après HYNES (1927) les éphéméroptères peuplent les eaux calmes et non polluées.

Au niveau du petit Bagré seuls deux ordres (diptères et éphéméroptères) ont été rencontrés. Les diptères sont largement dominants (plus de 98 %) et les éphéméroptères sont représentés par la famille des baetidae. La densité absolue varie de 22 à 966 individus/m². Les valeurs minimales se rencontrent de part et d'autre des niveaux 30 et 40m de la berge. On note que la valeur maximale observée est 6 fois plus grande que celle de la période de hautes eaux.

La majeure partie de cette faune benthique est représentée par les chironomides et les chaoborides. Or d'après HYNES (1927) les chironomides et les chaoborides seraient caractéristiques d'un milieu pollué. Ainsi l'augmentation de la densité observée pourrait être due à une dégradation du milieu.

Conclusion

Les lacs Bagré sont caractérisés par une faible richesse spécifique de la faune benthique des macro-invertébrés. Les diptères sont le groupe le plus dominant représentés respectivement par deux et trois familles au grand et au petit Bagré. La densité absolue est relativement faible, cependant on note une augmentation des valeurs maximales au cours de la période de basses eaux. La faible diversité observée serait due à la nature du substrat des fonds des deux retenues, et d'autre part aux divers produits chimiques utilisés dans le cadre de la lutte contre l'onchocercose, en particulier l'abate. En effet, d'après GUENDA (1985) l'abate tue non seulement *Simulium damnosum* (vecteur de l'onchocercose), mais aussi beaucoup d'insectes sont sensibles à son action. Or le Nakambe et ses affluents ont connu des traitements à l'abate dans le cadre de la lutte contre l'onchocercose.

Au vue de cette faible diversité des macro-invertébrés de la faune benthique, on peut dire que les lacs Bagré n'offrent pas de choix aux organismes qui se nourrissent des invertébrés benthiques. Au niveau de la biomasse piscicole, cela peut se traduire par une faible composition spécifique. En effet, le milieu n'est favorable qu'aux espèces herbivores. C'est le cas au grand Bagré où les observations sur la composition des captures révèlent que la majeure partie des espèces est représentée par le *Tilapia nilotica*, or celui-ci a un régime omnivore à tendance herbivore.

IV.2. Les caractéristiques physico-chimiques des pêcheries

IV.2.1. La teneur en oxygène

IV.2.1.1. Période de hautes eaux

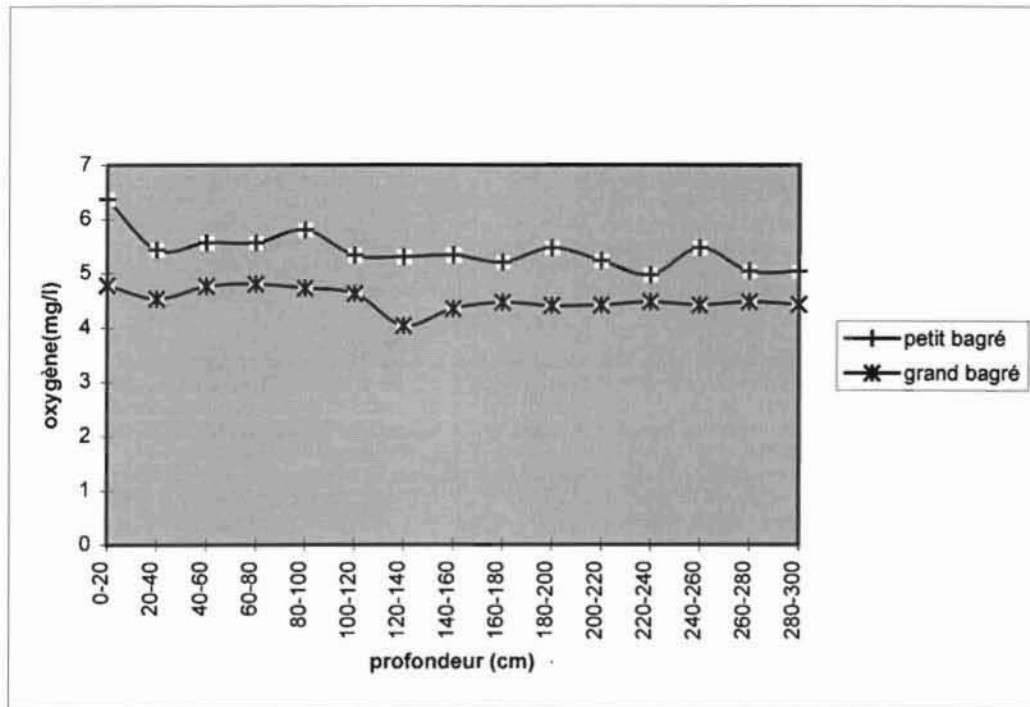
Les mesures ont eu lieu en novembre, 8 sites et 3 sites ont été respectivement échantillonnés au grand et au Petit Bagré. Au niveau de chaque site, on mesure la teneur en oxygène et la température de l'eau de la surface vers la profondeur. Les mesures s'effectuent à partir de 20 cm de profondeur et la progression se fait de 20 cm en 20cm jusqu'à 300cm de profondeur et ce au niveau de chaque site.

Les résultats suivants ont été obtenue:

Tableau n°7: Résultats des mesures de l'oxygène et de la température: période de novembre 1996

grand Bagré			petit Bagré	
profondeur(cm)	oxygène(mg/l)	température(°c)	oxygène(mg/l)	température(°c)
0-20	4,775	26,9	6,366	27,366
20-40	4,525	26,25	5,433	26,866
40-60	4,762	25,875	5,566	26,733
60-80	4,8	25,662	5,566	26,666
80-100	4,725	25,375	5,8	26,766
100-120	4,625	25,612	5,333	26,4
120-140	4,037	25,775	5,3	26,4
140-160	4,35	25,45	5,333	26,366
160-180	4,462	25,562	5,2	26,333
180-200	4,4	25,525	5,466	26,166
200-220	4,412	25,475	5,233	26,033
220-240	4,475	25,162	4,966	25,933
240-260	4,412	25	5,466	25,833
260-280	4,475	24,912	5,033	25,766
280-300	4,425	25,2	5,033	25,566

Figure n°10: Evolution de la teneur en oxygène en fonction de la profondeur
dans les lacs Bagré: période de novembre



A l'issue de ces résultats, on remarque que la teneur en oxygène varie de 4,8 mg/l à 4,037 mg/l au grand Bagré et de 6,36 mg/l à 5,03 mg/l au Petit Bagré.

Les plus grandes valeurs sont observées entre 20 et 100 cm, les minimales sont observées au niveau de 120cm pour le grand Bagré et 300 cm pour le petit Bagré. On n'observe pas de stratification nette de la teneur en oxygène.

Discussion

Les teneurs en oxygène observées dans les couches superficielles sont conformes aux résultats obtenus par GUENDA (1996) au niveau du Mouhoun et à ceux obtenus par BAIJOT et Al (1994) au niveau du lac Kompienga et de plusieurs autres retenues du Burkina.

L'absence de stratification nette de la teneur en oxygène pourrait être due aux vents d'Harmattan qui homogénéisent l'eau et rendant ainsi la stratification impossible. En effet, des observations faites par BAIJOT et Al (1994), ont montré que la stratification des eaux est un phénomène peu fréquent au Burkina et quand elle survient, elle s'installe généralement en fin d'après midi (16 heures). Or, toutes nos mesures ont été effectuées entre 14 heures et 15

heures, heures qui correspondent théoriquement à la teneur maximale en oxygène dissous dans l'eau.

IV.2.1.2. Période de basses eaux

Les mesures ont eu lieu, en février et en mars.

Les résultats suivants ont été obtenus :

Tableau n°8: Résultats des mesures de l'oxygène et de la température : période de février 1997

petit Bagré			grand Bagré	
profondeur(cm)	oxygène(mg/l)	température(°c)	oxygène(mg/l)	température(°c)
0-20	6,325	24,9	6,625	24,8
20-40	6,1	23,425	6,5	23,575
40-60	5,9	22,675	6,05	22,775
60-80	5,925	22,425	5,975	22,55
80-100	5,975	22,275	6	22,1
100-120	6	22,175	5,9	22,125
120-140	5,975	22,3	5,95	22,075
140-160	6,025	22,175	5,875	21,9
160-180	5,9	22,05	5,875	21,875
180-200	5,75	22,2	5,7	21,8
200-220	5,8	22,2	5,65	21,95
220-240	5,95	21,9	5,65	21,875
240-260	5,7	21,975	5,7	21,775
260-280	5,75	21,875	5,7	21,575
280-300	5,65	21,8	5,65	21,4

Figure n°11: Evolution de la teneur en oxygène en fonction de la profondeur
dans les lacs Bagré: période de février 1997

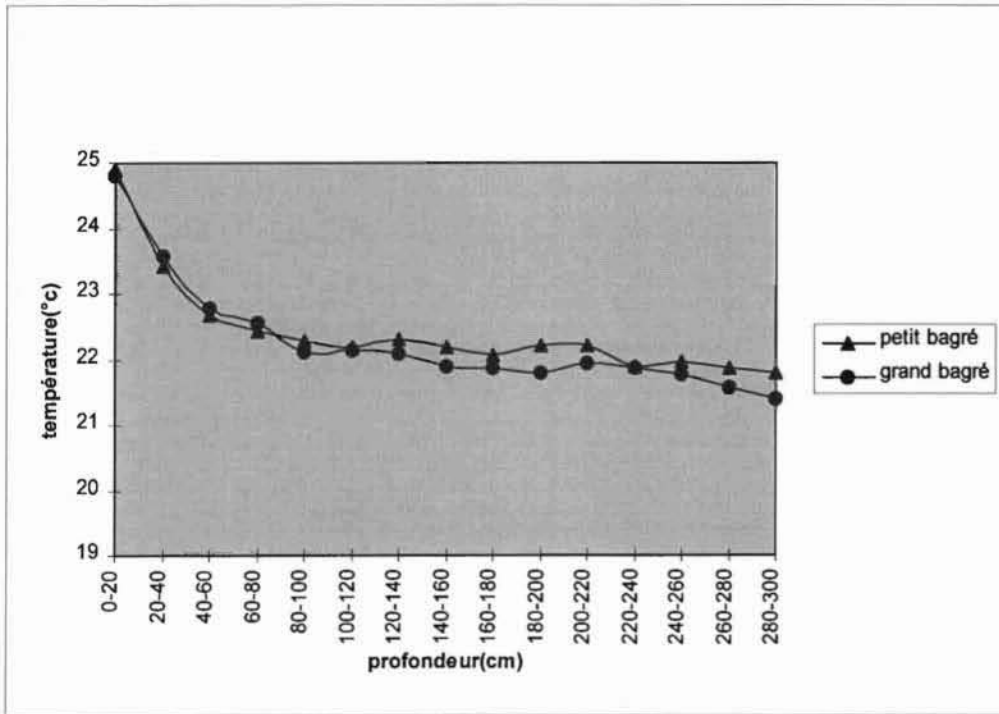
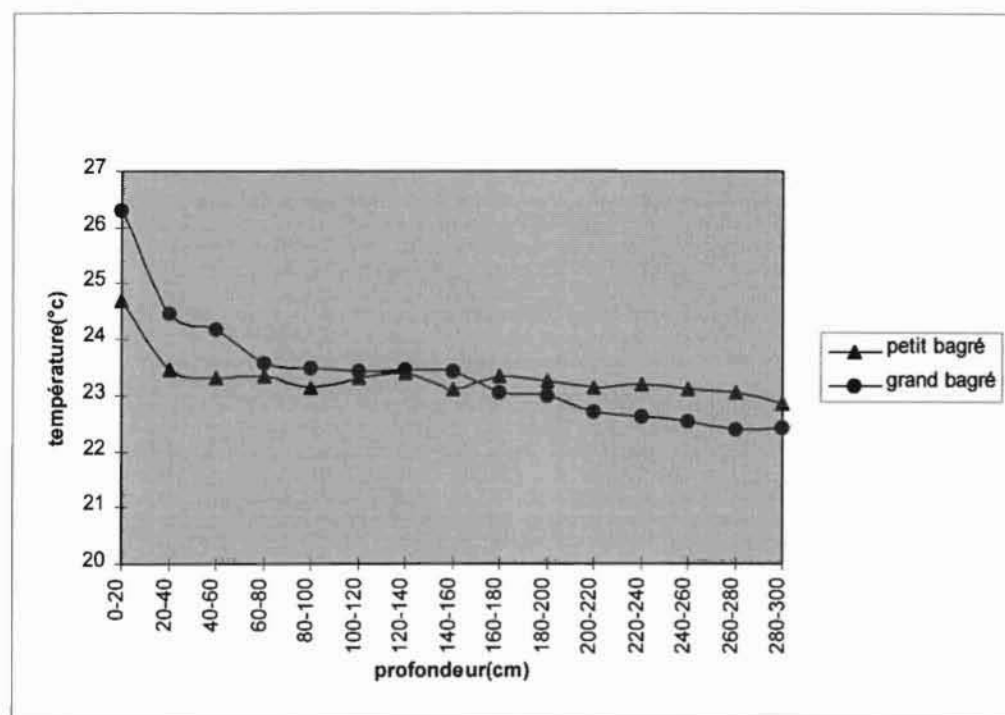


Tableau n°9: Résultats des mesures de l'oxygène et de la température : période de mars 1997

profondeur(cm)	petit Bagré		grand Bagré	
	oxygène(mg/l)	température(°c)	oxygène(mg/l)	température(°c)
0-20	5,75	24,7	5,766	26,3
20-40	5,55	23,45	5,8	24,466
40-60	5,35	23,3	5,633	24,166
60-80	5,6	23,35	5,466	23,566
80-100	4,9	23,15	5,533	23,5
100-120	5,15	23,3	5,766	23,433
120-140	5,1	23,4	5,566	23,466
140-160	5,2	23,1	5,533	23,433
160-180	5	23,35	5,366	23,066
180-200	4,85	23,25	5,3	23
200-220	4,85	23,15	5,4	22,7
220-240	4,8	23,2	5,333	22,633
240-260	4,8	23,1	5,166	22,533
260-280	4,45	23,05	5,133	22,4
280-300	4,05	22,85	5,133	22,433

Figure n°12: Evolution de la teneur en oxygène en fonction de la profondeur
dans les lacs Bagré: période de mars 1997



Les valeurs varient de 6,62 à 5,65 mg oxygène /l au grand Bagré et de 6,32 à 5,65 mg oxygène/l au petit Bagré. Les plus grandes valeurs sont observées au niveau des deux cents premiers centimètres. On note une légère augmentation de la teneur en oxygène comparativement à la période de novembre, surtout au niveau du grand Bagré où cette valeur passe de 4,8 à 6,62 mg oxygène/l pour la teneur maximale; et de 4,03 à 5,65 mg oxygène/l pour la teneur minimale. On note une baisse de teneur en oxygène dissous d'environ 1mg oxygène/l entre les niveaux 20 cm et 300 cm. Cependant il n'y a pas de stratification nettement remarquable.

Discussion :

Les mêmes tendances s'observent en mars avec des maxima et minima plus faibles. L'augmentation de la teneur en oxygène dissous serait due à une baisse de la température de l'eau pendant cette période. D'après divers auteurs, cités par RAMADE (1992) et GUENDA (1996) la température de l'eau agit sur la solubilité de l'oxygène et plus la température est grande, plus faible est la solubilité de l'oxygène, donc plus faible est la teneur en oxygène dissous.

En effet, février est un mois où les températures ambiantes sont sensiblement faibles. Or, les températures ambiantes de l'air influent directement sur les températures de l'eau.

Conclusion

La teneur en oxygène dissous dans l'eau varie très peu au cours des saisons au niveau des lac Bagré et l'eau demeure suffisamment oxygénée même en profondeur. Il n'y a pas de stratification nette de l'eau.

Il n'y a pas d'inquiétude à se faire en ce qui concerne l'oxygène. Pour la faune aquatique, notamment piscicole, au niveau du grand et petit Bagré.

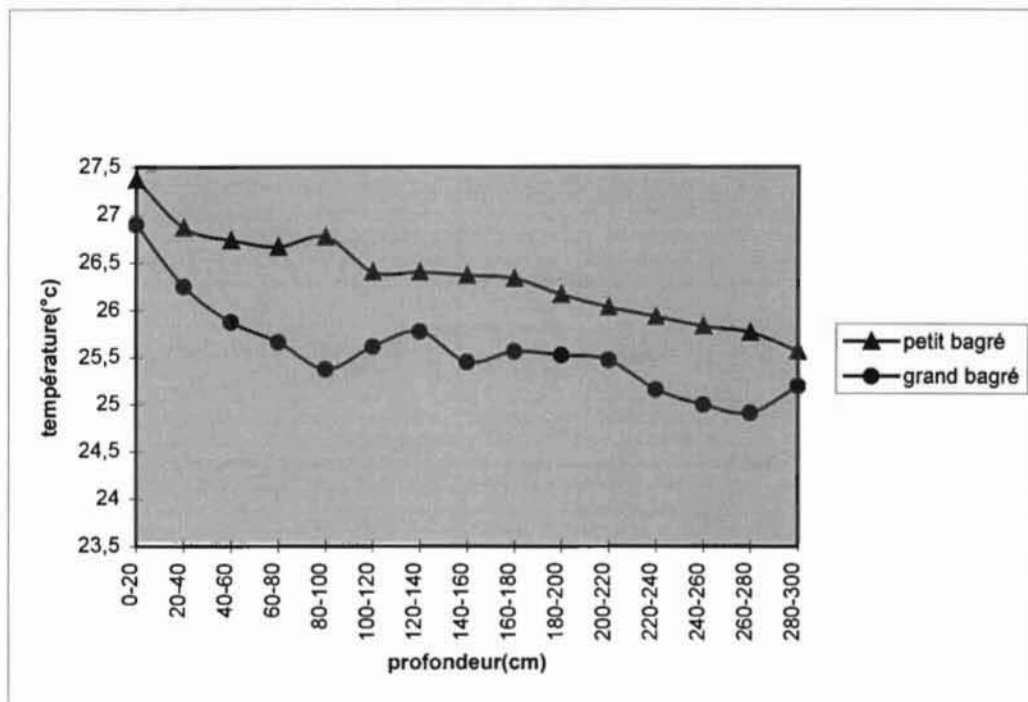
IV.2.2. La température

IV.2.2.1. Période de hautes eaux

Comme pour l'oxygène, les mesures de la température se font de la surface vers les profondeurs. Les mesures ont été effectuées dans les mêmes sites que pour l'oxygène aux mêmes périodes et avec les mêmes fréquences.

Les résultats suivants ont été obtenus:

Figure n°13: Evolution de la température en fonction de la profondeur
dans les lacs Bagré: période de novembre 1996



La température varie de 26,9°C à 25,2°C au grand Bagré et de 27,36°C à 25,56°C au petit Bagré. Les valeurs maximales s'observent dans les deux cents premiers centimètres et les minimales se situent dans les zones plus profondes. On note une différence d'environ 2°C

entre la couche superficielle et le niveau 300 cm. Cependant, il n'y a pas de stratification thermique nette au niveau des deux plans d'eau.

Discussion

Les valeurs de températures observées sont conformes à celles obtenues par GUENDA (1996) au niveau de Mouhoun et par BAIJOT et Al (1994) au lac Komienga et au niveau de plusieurs autres retenues qu'ils ont étudiées. Le manque de stratification thermique au niveau des lacs Bagré pourrait résulter du brassage de l'eau par le vent de l'Harmattan et de la faible profondeur des retenues.

IV.2.2.2. Période de basses eaux

Les résultats suivants ont été obtenus :

Figure n°14: Evolution de température en fonction de la profondeur
dans les lacs Bagré: période de février 1997

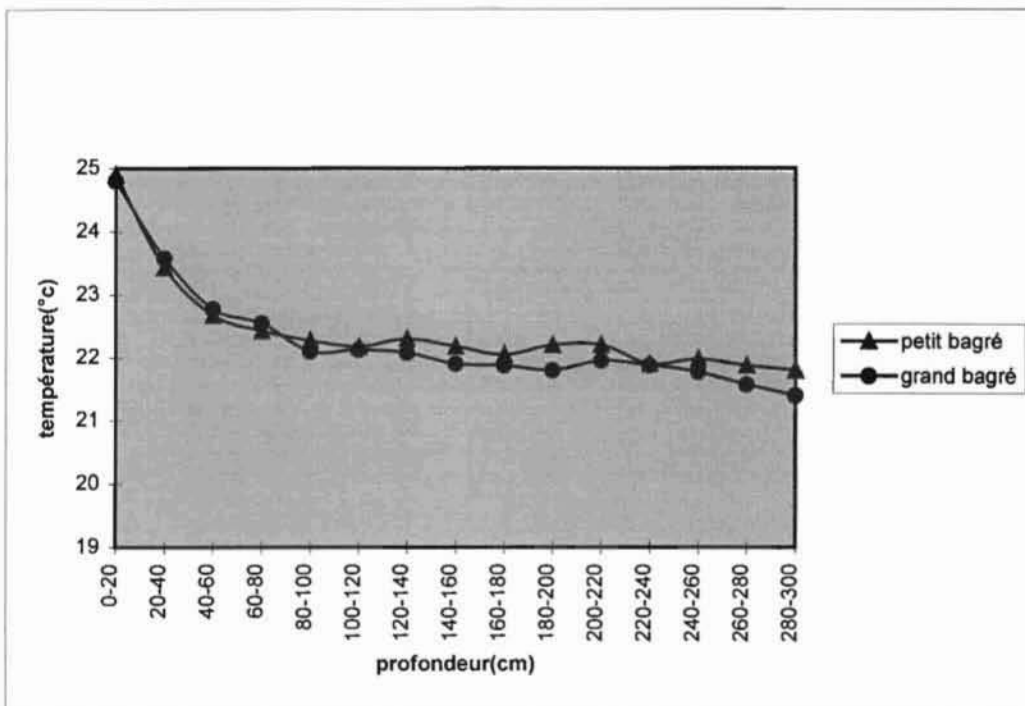
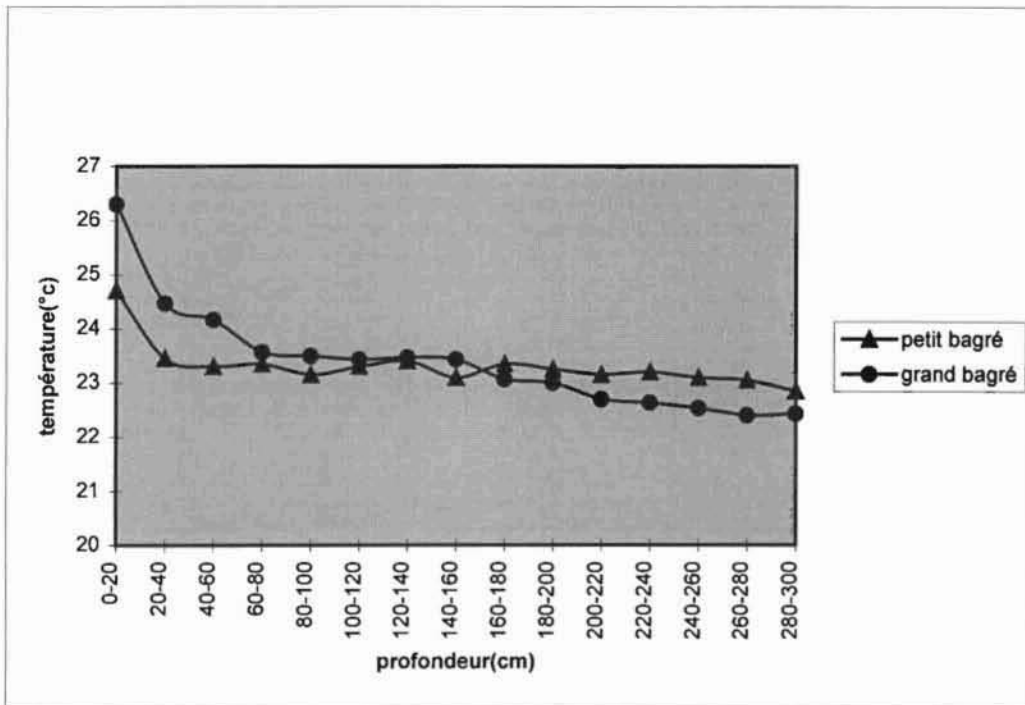


Figure n°15: Evolution de la température en fonction de la profondeur
dans les lacs Bagré: période de mars 1997



La température varie de 24,8° à 21,4°c au grand Bagré et de 24,9°c à 21,9°c au petit Bagré, au cours de la période de février. L'amplitude thermique entre la couche superficielle et la couche profonde est d'environ 3°c.

Pour la période de mars, la température varie de 26,3°c à 22,43°c au grand Bagré et de 24,7°c à 22,85°c au petit Bagré. L'amplitude thermique est d'environ 4°c au grand Bagré, et 2° c au petit Bagré.

Ici également il n'y a pas de stratification nette de couches d'eaux, par contre, on note un saut thermique de plus de 1°c entre les niveaux 20 et 40 cm. On pourrait dire que la profondeur de l'épilimnion est d'environ 40 cm. La thermocline n'est pas déterminée, ainsi que l'hypolimnion.

Discussion

L'amplitude thermique entre les couches superficielle et profonde est relativement importante au niveau des deux plans d'eau. Des observations similaires ont été faites pendant les mêmes périodes par BAIJOT et Al (1994) au niveau de nombreuses retenues du Burkina dont le lac Kompienga; L'absence de stratification nette, serait due aux mêmes causes que celles décelées pendant la période de hautes eaux à savoir brassage de l'eau par les vents d'Harmattan.

Conclusion :

Les amplitudes thermiques observées entre les couches superficielles et profonde, sont de 2°C en novembre, de 3°C en février, 4°C en mars au grand Bagré, 2°C en mars au petit Bagré.

Les amplitudes thermiques entre novembre et février, novembre et mars ; et mars et février, sont respectivement de 2°C , 0,6°C et 2°C au grand Bagré . et de 2,5°C, 2,6°C et 0,1°C au petit Bagré. Les températures des périodes de novembre et mars sont comparables pour les valeurs maximales mais différentes en ce qui concerne les valeurs minimales au grand Bagré. Les températures des périodes de février et mars sont sensiblement identiques au petit Bagré, le résultat est inverse au grand Bagré. Considérées dans leur globalité, les amplitudes thermiques pourraient être qualifiées de faibles par rapport à celles observées au niveau de l'air ambiant. Cependant, ces variations thermiques bien que faibles ne sont pas sans conséquences sur la faune aquatique. En effet, beaucoup d'animaux aquatiques; en particulier les poissons sont sténothermes et chaque biocoenose a son thermopréférendum. Une variation de la température de l'eau agit sur les métabolismes de la communauté toute entière et modifie les caractéristiques physico-chimiques du milieu. D'autre part, d'après RAMADE (1994) les expositions à des températures supérieures au thermopréférendum, même si elles ne sont pas létales, se traduisent par des effets néfastes au niveau de la croissance et la reproduction des espèces concernées.

La période de hautes eaux se distingue par l'absence de stratification thermique, on observe par contre un début de stratification en période de basses eaux au niveau des deux plans d'eau.

En générale, on n'observe pas de variations notables de températures entre le grand et le petit Bagré.

IV.2.3. La turbidité et la conductivité

IV.2.3.1. La turbidité

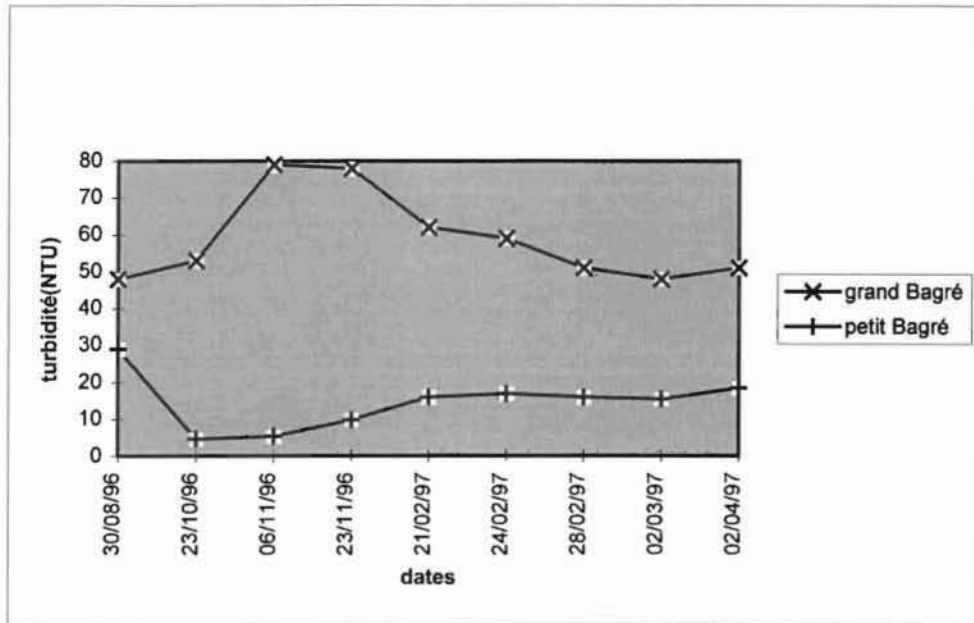
La turbidité est la quantité de particules dissoutes ou en suspension dans l'eau. Pour un lac de barrage, la turbidité est surtout fonction de la nature des terrains traversés par l'eau de ruissellement ; Elle est d'autant plus grande que les terrains traversés sont érosifs et riches en substances organiques. Les valeurs de turbidité élevées sont nocives pour les organismes aquatiques en général et en particulier sur le poisson. En effet, les particules en suspension se collent aux branchies et gênent les poissons dans leur respiration. Les argiles et les alluvions se déposent sur le fond en constituant une pellicule qui empêche le développement de la couverture biologique naturelle. Ils colmatent les frayères et rendent les conditions de reproduction des poissons difficiles voire impossibles.

Au cours de nos investigations, les résultats suivants ont été obtenus:

Tableau n°10: Résultats de mesure de la turbidité et de la conductivité
au niveau des lacs Bagré

	grand Bagré		petit Bagré	
date	turbidité(NTU)	conductivité($\mu\text{s}/\text{cm}^2$)	turbidité(NTU)	conductivité($\mu\text{s}/\text{cm}^2$)
30/08/96	48	84,7	29	72,5
23/10/96	53	79,5	4,6	80,1
06/11/96	79	75,4	5,35	78,8
23/11/96	78	75,1	9,8	80,9
21/02/97	62	78,8	16	99,4
24/02/97	59	79,1	17	99,4
28/02/97	51	79,4	16	100,9
02/03/97	48	79,7	15,5	101,1
02/04/97	51	82,9	18,5	109,5

Figure n°16: Evolution de la turbidité au niveau des lacs Bagré



Des résultats ci-dessus, il ressort que l'eau du petit Bagré est faiblement turbide comparativement à celle du grand Bagré et ce pendant toute l'année. Au moment où l'eau est à sa valeur de turbidité la plus élevée au petit Bagré, on observe le contraire au grand Bagré. La différence de valeurs observée de part et d'autre pourrait être expliquée d'une part par la nature des sols des bassins versants et d'autre part par la taille des systèmes que constituent les deux retenues. En effet, le petit Bagré est un lac de montagne. Le sol de son bassin versant est relativement peu érosif par rapport à celui du grand Bagré, d'où des valeurs de turbidité plus faibles observées à son niveau.

D'autre part, la petite taille du petit Bagré (faible superficie), fait qu'il se remplit dès les premières grandes pluies de la zone, ce qui n'est pas le cas du grand Bagré. Cette rapidité de remplissage explique que les eaux du petit Bagré soient à leur maximum de turbidité alors que celles du grand Bagré sont encore à leur minimum.

Conclusion:

L'eau du grand Bagré est à tout moment plus turbide que celle du petit Bagré. Etant donné que la turbidité traduit la richesse de l'eau en substances dissoutes et en suspension, on pourrait supposer que l'eau du grand Bagré offre plus de possibilité de nourriture et d'abris à la faune aquatique en générale et aux alevins en particulier. La faible richesse des eaux du

petit Bagré se traduit par sa faible production piscicole qui n'encourage pas du tout les pêcheurs à travailler à son niveau. En effet, au cours de toute la période de terrain, nous n'avons rencontré qu'un seul pêcheur au niveau du petit Bagré, ce pêcheur est d'ailleurs notre guide sur l'eau .

Les fortes valeurs de la turbidité observées au niveau du grand Bagré pendant toutes les années pourraient être due à l'existence d'un écoulement permanent maintenu pour le turbinage dans le cadre de la production d'électricité.

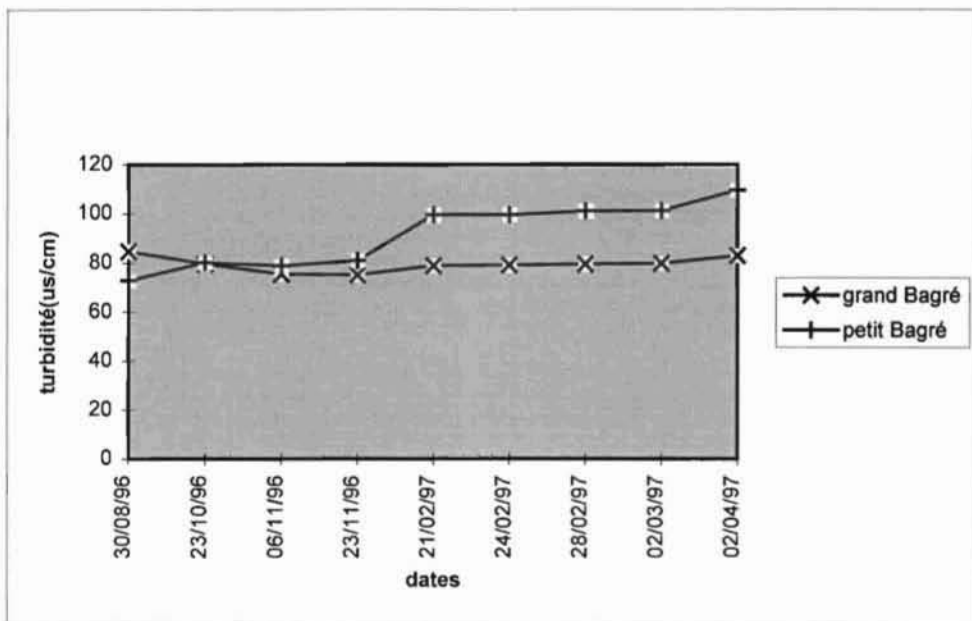
IV.2.3.2. La conductivité

Elle est mesurée en même temps que la turbidité.

La conductivité électrique d'une eau, donne des indications sur la richesse de cette eau en sels électrolysables. Plus l'eau est riche en ions libres, plus sa conductivité est élevée. Les variations de la conductivité se traduisent au niveau de l'eau par des variations de la pression osmotique.

A l'issue des mesures, les résultats suivants ont été obtenus:

Figure n°17: Evolution de la conductivité au niveau des lacs Bagré



A partir des résultats ci-dessus, on peut constater que la conductivité des eaux du petit Bagré est plus faible que celle observée au grand Bagré pendant la période d'octobre. A partir d'août, la turbidité diminue dans le grand Bagré pendant qu'elle augmente au petit Bagré. A partir de novembre, on note une augmentation de la conductivité au grand Bagré, cependant,

les valeurs restent faibles comparativement à celles observées au petit Bagré pendant la même période d'étiage.

Ces résultats sont comparables à ceux de la turbidité. En effet, en octobre, l'eau est plus turbide au petit Bagré qui est dans sa période de hautes eaux, d'où une conductivité faible car le milieu est moins concentré (loi de la dilution de GIBBS). Pendant ce temps, le phénomène contraire s'observe au grand Bagré. A partir d'août, le niveau de l'eau augmente au grand Bagré d'où une diminution de la conductivité due à la dilution.

En octobre, les deux retenues ont sensiblement la même valeur de conductivité, mais à partir de novembre, on remarque que les valeurs observées au petit Bagré sont supérieures à celles du grand Bagré. Cet état de fait pourrait s'expliquer par la différence de taille entre, les deux systèmes. En effet, la diminution de l'eau due à l'évaporation est beaucoup plus sensible au niveau des petites retenues qu'au niveau des grandes.

Des résultats similaires ont été obtenus par BAIJOT et Al (1994) au Burkina.

IV.2.4. La transparence de l'eau

La transparence de l'eau correspond à son aptitude à se laisser pénétrer par la lumière. En effet, seule une partie de la lumière qui arrive à la surface de l'eau est absorbée, l'autre partie est perdue sous forme de réflexion. Le coefficient d'absorption de la lumière varie en fonction de sa pureté et de l'angle d'incidence de la lumière; d'après WETZEL (1975) ce coefficient est d'autant plus fort que l'eau est pure et que seuls 53 % de la lumière sont absorbés par l'eau dans le 1^{er} mètre. Le coefficient d'absorption de la lumière pour l'eau naturelle est directement proportionnel à sa turbidité. Plus l'eau est turbide, plus fort est son coefficient d'absorption de la lumière.

La lumière est un facteur important en milieu aquatique. En effet, sans lumière, les producteurs primaires (phytoplancton et autres végétaux chlorophylliens aquatiques) ne peuvent survivre. Or, ces derniers servent non seulement de nourritures de certains organismes aquatiques, mais surtout ils sont les principaux producteurs d'oxygène en milieu aquatique. C'est ainsi que l'étude de la stratification de l'eau en fonction de la lumière permet de distinguer deux zones. La zone productive qui est celle recevant au moins 1% de la lumière incidente et la zone non productive qui est celle recevant moins de 1% de la lumière incidente. Ainsi, on peut comparer plusieurs plans d'eau à partir de la pénétrance de la lumière.

La visibilité du disque de SECCHI permet de calculer la transparence de l'eau à partir de l'équation de LEMBERT.

$\text{Ln}I_0 - \text{Ln}I_z = KZ$ d'où $Z = (\text{Ln}I_0 - \text{Ln}I_z)/K$ avec

Ln = logarithme népérien

I_0 = radiation incidente globale en J/cm^2

I_z = radiation à la profondeur Z

K = coefficient d'extinction de la lumière = $1,7/Z_{SD}$ où

Z_{SD} = visibilité du disque de SECCHI en mètre (m).

A partir de l'équation ci-dessus, nous avons calculé:

les profondeurs ($Z_{i0}/100$) d'extinction de la lumière solaire et les profondeurs ($Z_{i0}/2$) où la moitié du rayonnement incident est absorbée au niveau des lacs Bagré.

Les résultats suivants ont été obtenus :

Tableau n°11: Résultats des calculs de $Z_{i0}/100$ et $Z_{i0}/2$ au niveau du grand Bagré

Date	I_0	$I_0/100$	$I_0/2$	Z_{SD} (m)	$K = 1,7/Z_{SD}$	$Z_{i0}/100$ (m)	$Z_{i0}/2$ (m)
02/08/96	1689	1,689	844,5	0,8317	2,04	3,39	0,34
22/10/96	1942	1,942	971	0,524	3,24	2,13	0,21
05/11/96	1932	1,932	966	0,465	3,66	1,89	0,19
23/02/97	1785	1,785	892,5	0,573	2,97	2,33	0,24
01/03/97	1373	1,373	686,5	0,606	2,81	2,46	0,25

Tableau n°12: Résultats des calculs de $Z_{i0}/100$ et de $Z_{i0}/2$ au niveau du petit Bagré

Date	I_0	$I_0/100$	$I_0/2$	Z_{SD}	$K = 1,7/Z_{SD}$	$Z_{i0}/100$	$Z_{i0}/2$
03/08/96	1961	1,961	980,5	0,6367	2,67	2,59	0,26
23/10/96	1935	1,935	967,5	1,0994	1,55	4,46	0,45
06/11/96	1958	1,958	979	1,0384	1,64	4,46	0,42
21/02/97	1663	1,663	831,5	0,685	2,48	2,79	0,28
02/03/97	1588	1,588	794	0,70	2,48	2,84	0,28

Les données sur le rayonnement global incident (I_0) ont été recueillies à la station météorologique de l'aéroport de Ouagadougou

Les résultats des tableaux n°11 et n°12 nous ont permis de tracer les courbes suivantes qui matérialisent la diminution de la lumière en fonction de la profondeur.

Figure n°18: Variation de la lumière en fonction de la profondeur : grand Bagré période d'Août 1996

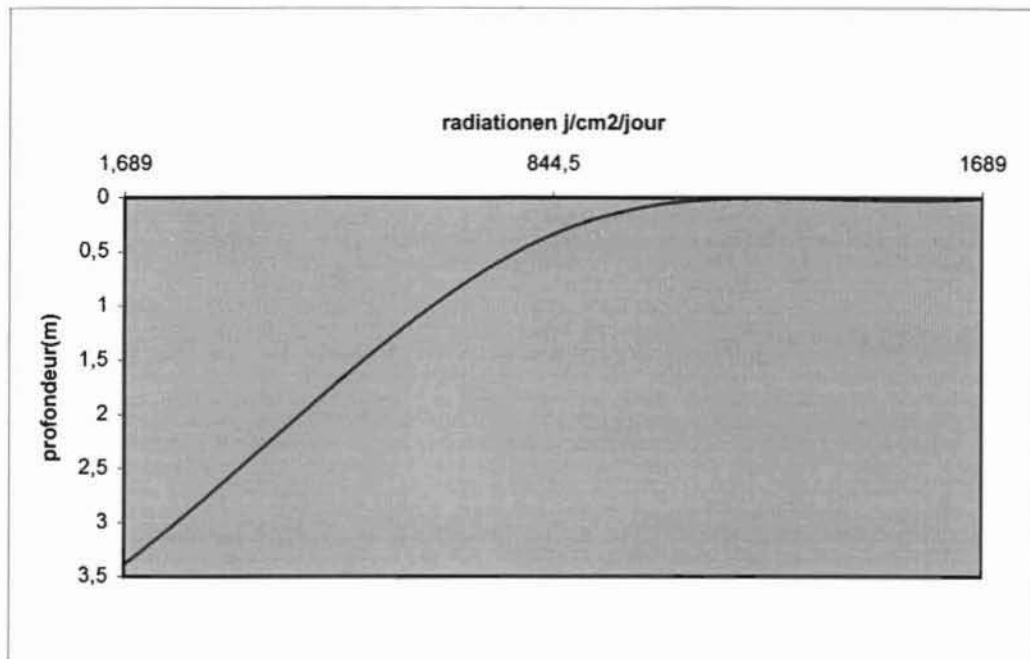


Figure n°19: Variation de la lumière en fonction de la profondeur : petit Bagré période d'Août 1996

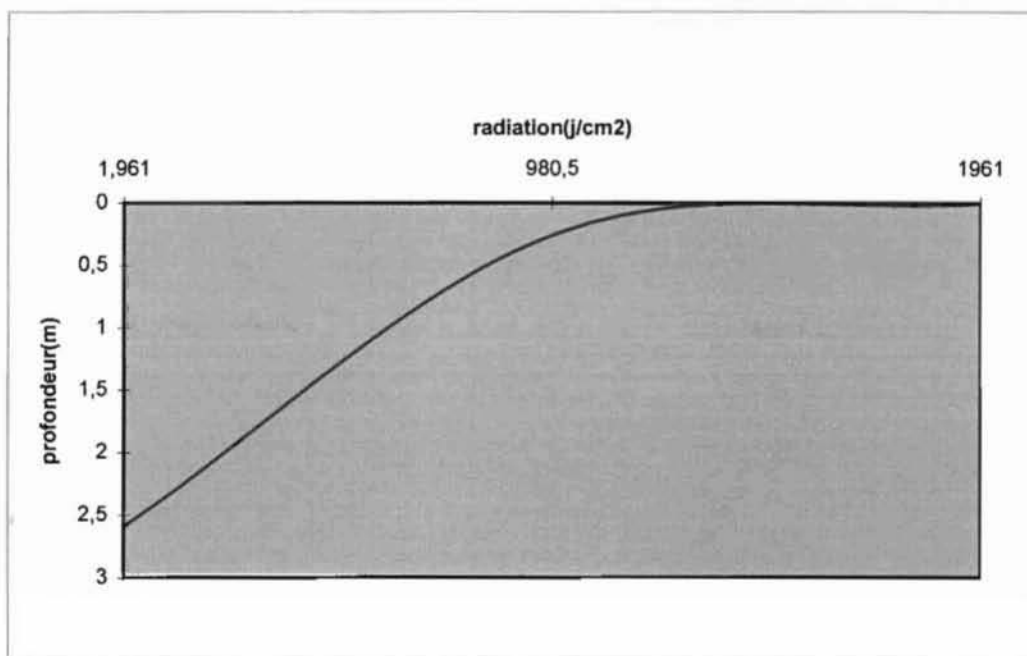


Figure n°20: Variation de la lumière en fonction de la profondeur : grand Bagré période d'Octobre 1996

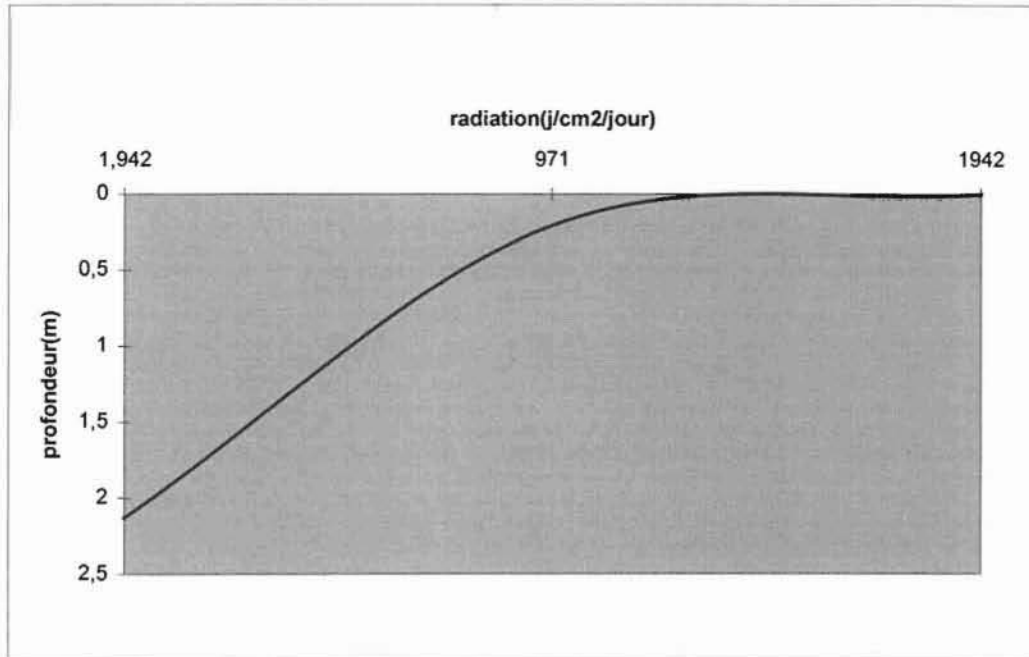


Figure n°21: Variation de la lumière en fonction de profondeur : petit Bagré période d'Octobre 1996

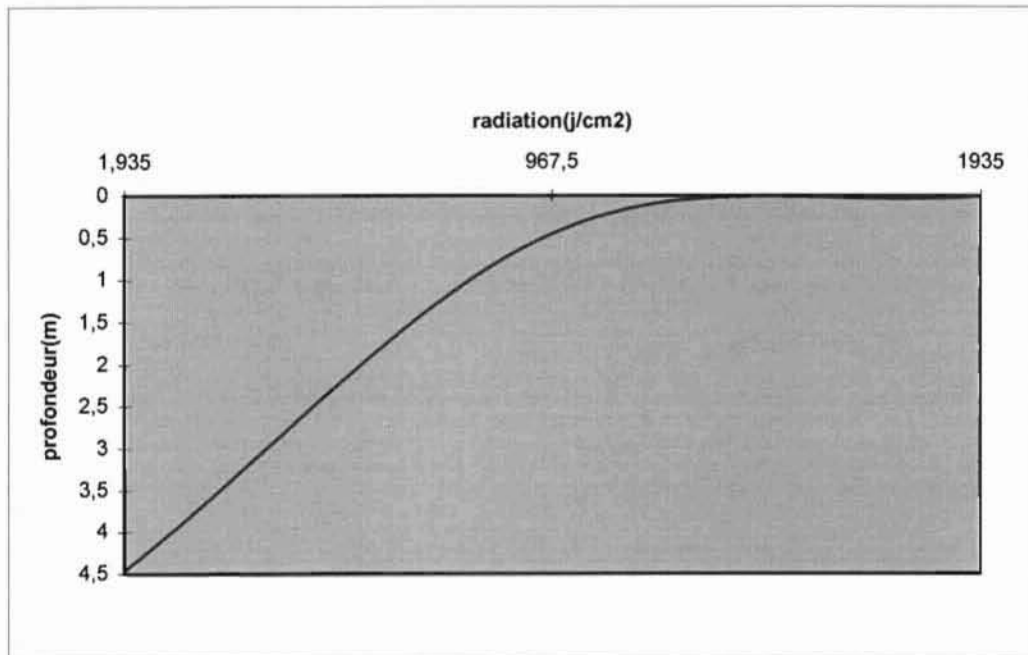


Figure n°22: Variation de la lumière en fonction de la profondeur : grand Bagré période de Novembre 1996

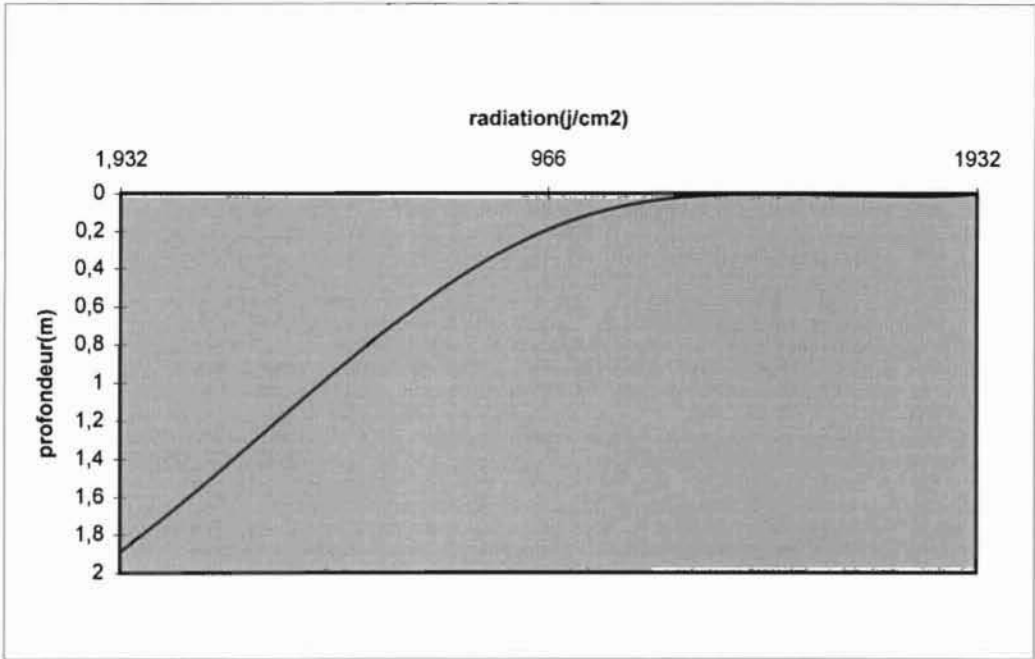


Figure n°23: Variation de la lumière en fonction de la profondeur : petit Bagré période de Novembre 1996

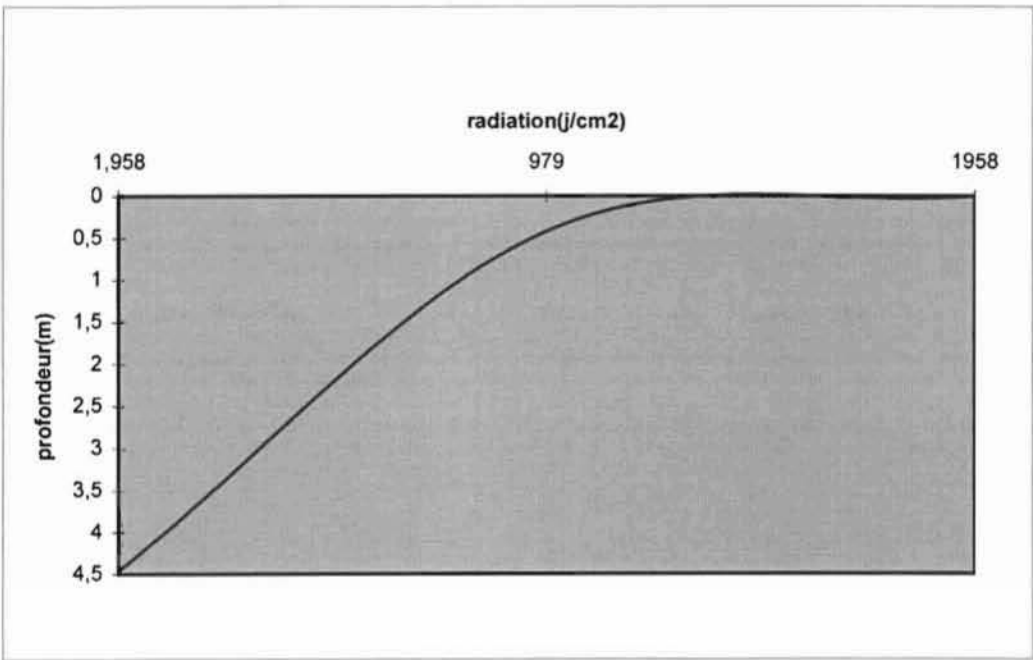


Figure n°24: Variation de la lumière en fonction de la profondeur : grand Bagré période de Février 1997

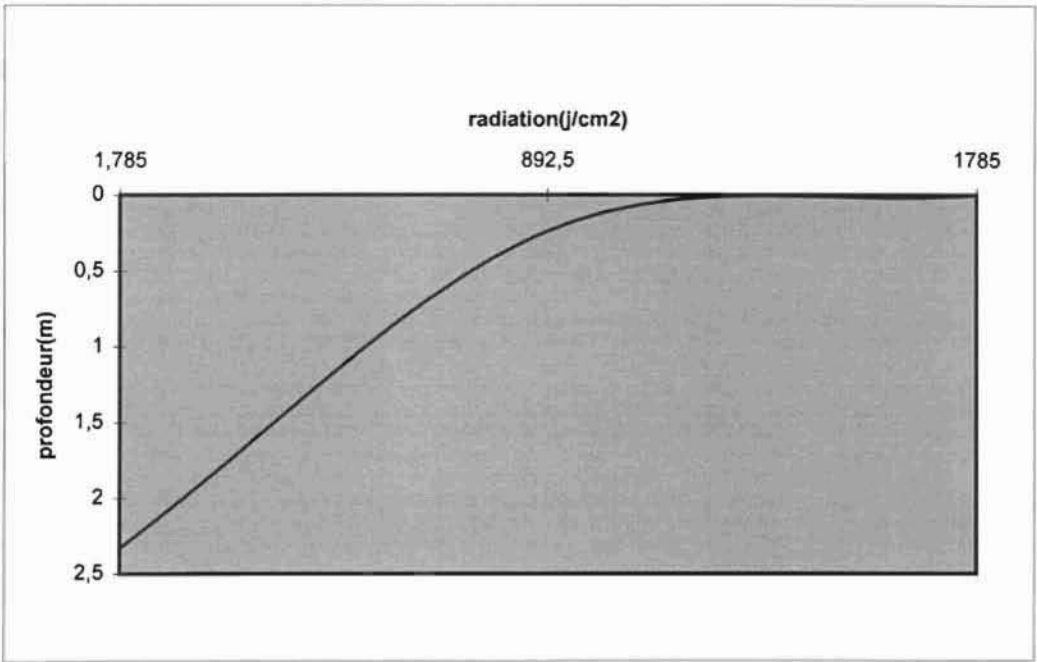


Figure n°25: Variation de la lumière en fonction de la profondeur : petit Bagré période de Février 1997

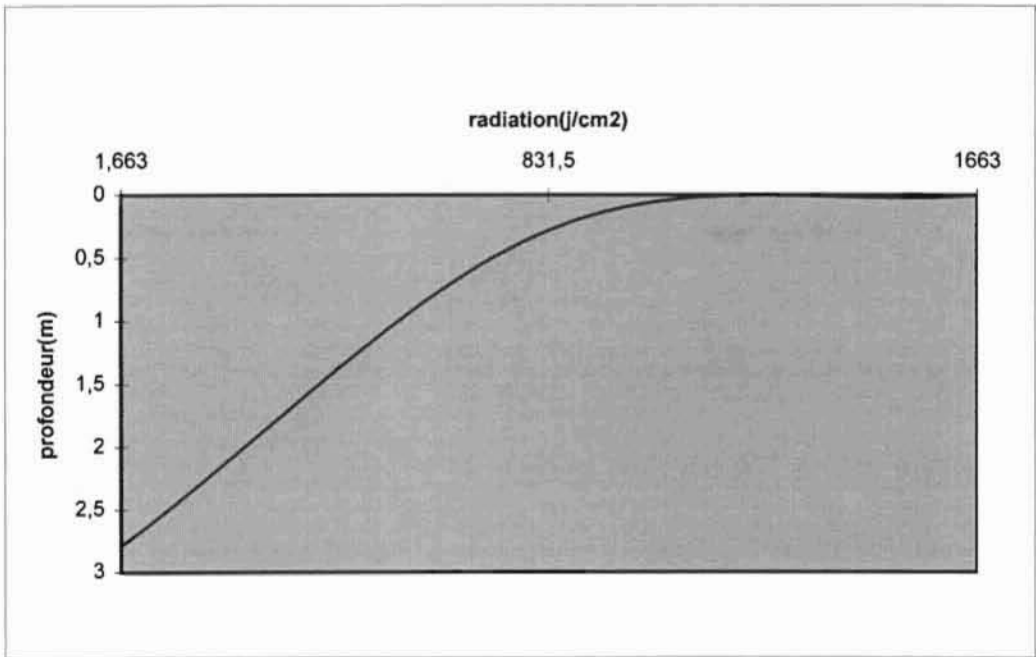


Figure n°26: Variation de la lumière en fonction de la profondeur : grand Bagré période de Mars 1997

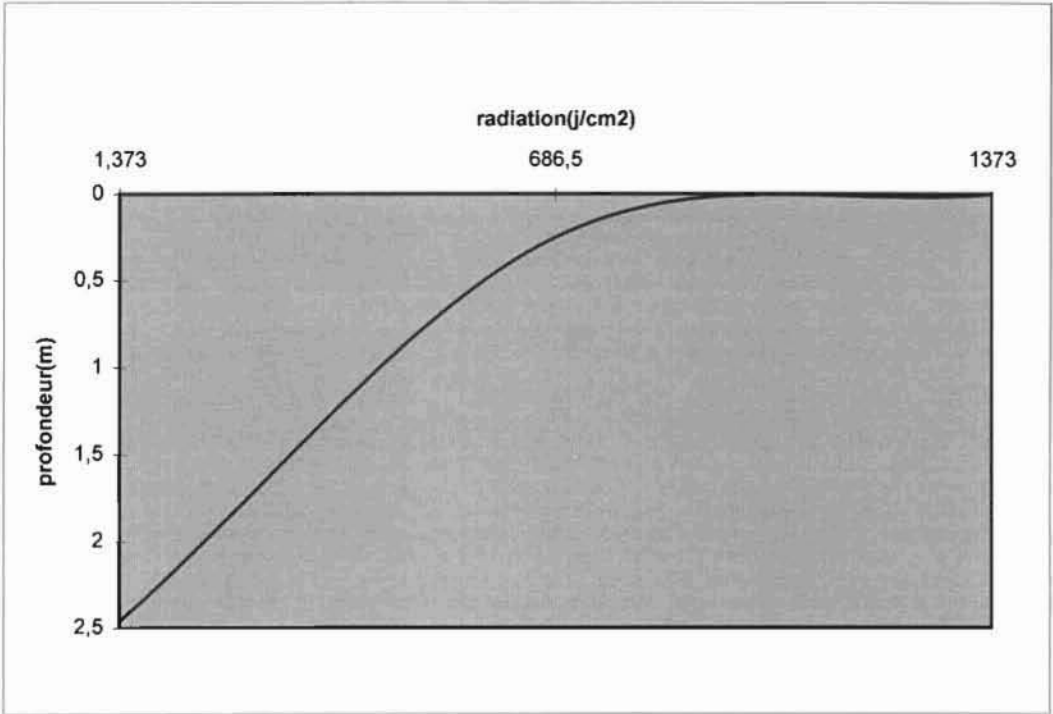


Figure n°27: Variation de la lumière en fonction de la profondeur : petit Bagré période de Mars 1997

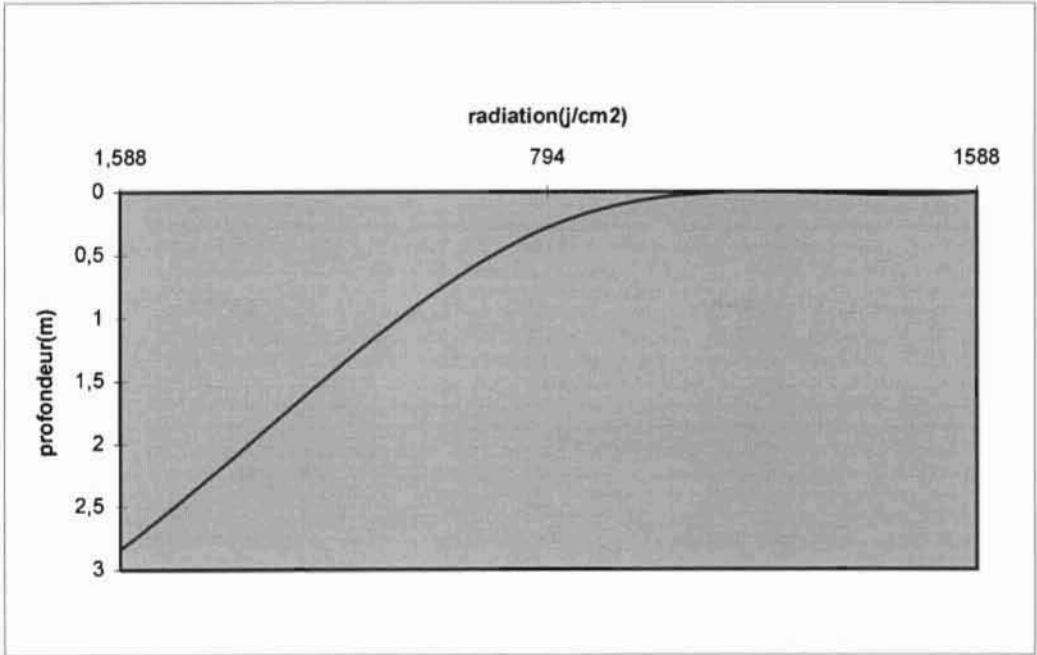
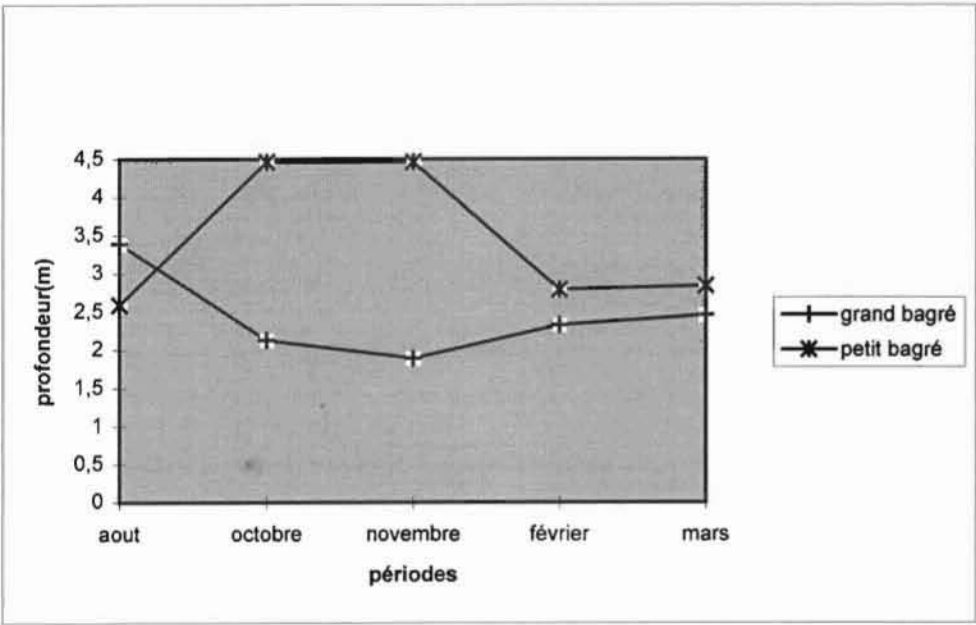


Tableau n°11: Récapitulatif sur la variation de la profondeur de la zone d'extinction de la lumière au niveau des deux retenues

période	profondeur d'extinction de la lumière au grand Bagré (m)	profondeur d'extinction de la lumière au petit Bagré (m)
août	3,39	2,59
octobre	2,13	4,46
novembre	1,89	4,46
février	2,33	2,79
mars	2,46	2,84

Figure n°28: Evolution de la profondeur de la zone d'extinction de la lumière au niveau des lacs Bagré



A partir des résultats présentés ci-dessus, on note que les zones productives des deux plans d'eau sont relativement peu profondes. La zone productive, est exceptée la période d'août, plus profonde au niveau du petit Bagré comparativement à celle observée au grand Bagré.

L'évolution de la zone euphotique, en fonction des périodes est particulière des retenues. Au petit bagré, on note que la profondeur d'extinction de la lumière augmente de la période d'août à celle de novembre. Pour les périodes de février et mars, on remarque une diminution sensible de la profondeur d'extinction de la lumière. Au niveau du grand Bagré on remarque des fluctuations contraires à celles observées au petit bagré.

Discussion:

Les variations de la profondeur de la zone d'extinction de la lumière observées au niveau des deux retenues sont conformes aux variations de la turbidité observées aux mêmes niveaux pendant les mêmes périodes. En effet, plus la turbidité est élevée, plus le coefficient d'absorption de la lumière par l'eau est élevé et plus la profondeur de la zone d'extinction est faible. En d'autres termes, une faible profondeur de la zone d'extinction de la lumière dans l'eau traduit la présence d'une quantité importante de particules en suspension, notamment du phytoplancton, dans cette eau. Ainsi la relative variation de la profondeur de la zone d'extinction de la lumière observée au niveau des lacs Bagré traduit une variation de leur richesse en phytoplancton.

4.2.5. Suivi du rétrécissement des retenues

Au Sahel, particulièrement au Burkina-faso, la sécurité alimentaire s'appuie sur la disponibilité des ressources en eau. La maîtrise de ces ressources est donc essentielle pour l'ensemble des pays sahéliens, en particulier pour le Burkina. En effet, devant la rareté de ressources en eau de surface et leur grandes fluctuations dans le temps, la mise au point de techniques de gestion s'avère nécessaire pour une utilisation rationnelle. Cependant l'un des handicaps majeurs à la mise au point d'une planification efficace est la disponibilité des informations sur le comportement saisonnier des plans d'eau. Ainsi donc, le préalable à une gestion efficace doit être la recherche des informations sur l'évolution saisonnière des retenues.

En effet, l'aménagiste agronome ou piscicole doit, avant toute intervention au niveau d'un plan d'eau, être en possession des informations sur le débit des crues, sur le volume d'apport annuel et sur le volume à l'étiage.

De nos jours, l'utilisation de nouvelles méthodes d'observation, notamment les satellites, permet d'approcher de façon fiable la problématique de l'évolution saisonnière des plans d'eau. En effet, sur une image satellitaire il est non seulement relativement facile de délimiter la surface occupée par l'eau mais aussi de calculer sa superficie. Partant de ces deux informations et en connaissant la pente il est aisé d'estimer le volume d'eau dans la retenue.

Pour la présente étude nous nous intéressons aux variations saisonnières de la surface immergée au niveau des lacs Bagré. En effet, en plus de leur vocation première qui est l'irrigation, ces deux retenues offrent d'énormes possibilités piscicoles. Or le rétrécissement de l'eau désorganise la vie aquatique dont l'une des composantes économiquement importantes est la biomasse piscicole. Pour avoir une idée plus précise sur le phénomène de rétrécissement saisonnier, il est prévu l'acquisition de deux images satellitaires dont une image pendant la période de hautes eaux et une image pendant la période de basses eaux ce qui permettra d'estimer les surfaces immergées correspondantes. Ces observations satellitaires sont couplées à d'autres méthodes de télédétection notamment l'utilisation du GPS (global positioning system).

Pour ce qui est de l'imagerie satellitaire nous n'avons pu utiliser qu'une seule (datant du premier décembre 1996) alors que deux images sont nécessaires pour l'évaluation que nous voulons faire. En ce qui concerne le GPS nous avons effectué deux fois le tour du lac petit Bagré: un tour en novembre et un autre en février. Pour ce qui est du grand Bagré les moyens mis à notre disposition ne nous ont pas permis de faire le tour à l'aide du GPS. A ce niveau nous avons délimité une portion de la berge afin de suivre le rétrécissement.

Les résultats suivants ont été obtenus:

figure 23. pourtours des barrages grand et petit Bagré délimités à partir de l'image

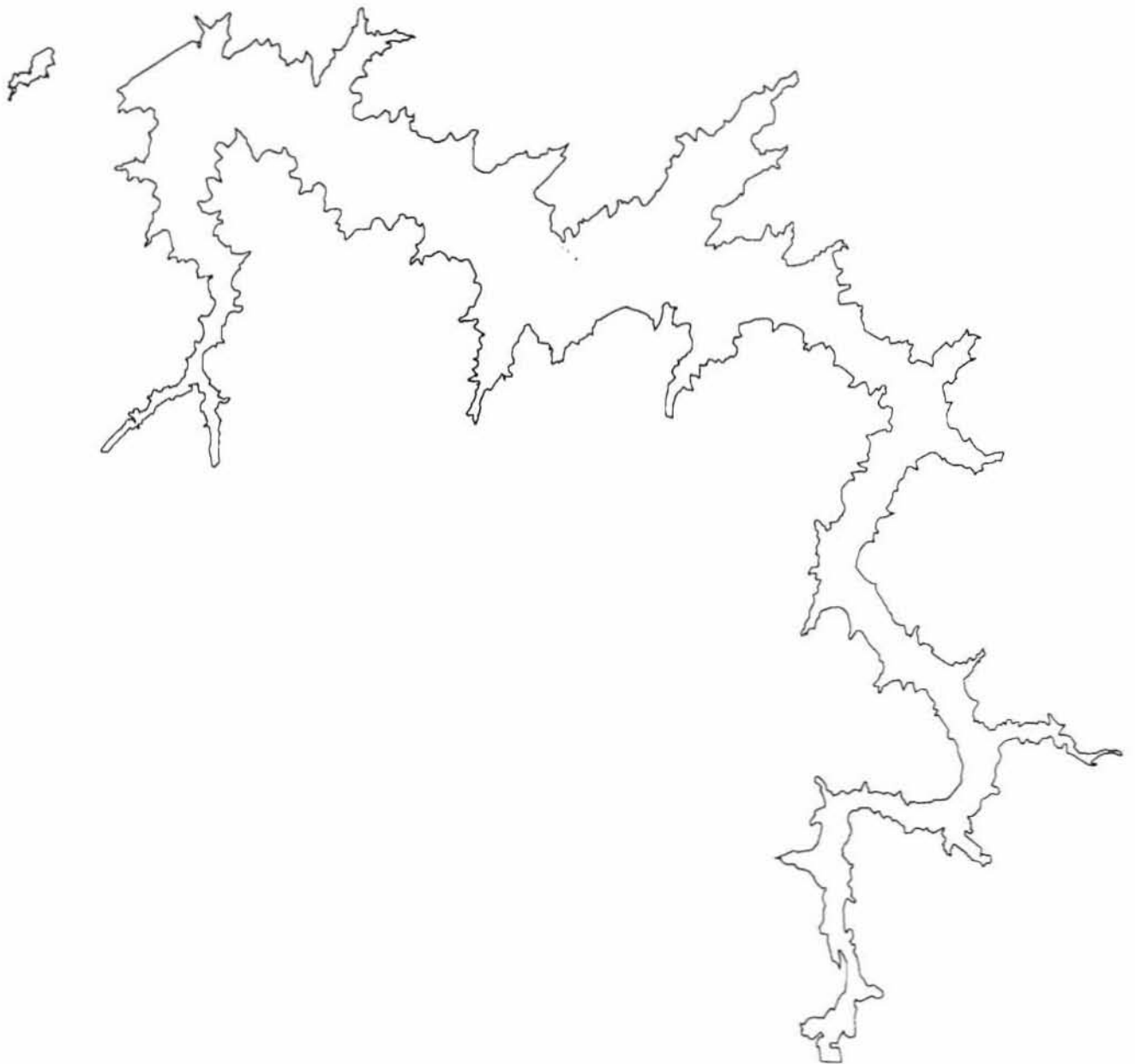
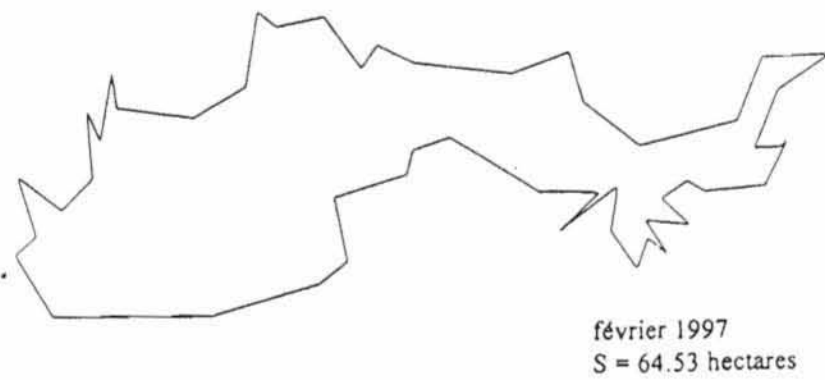
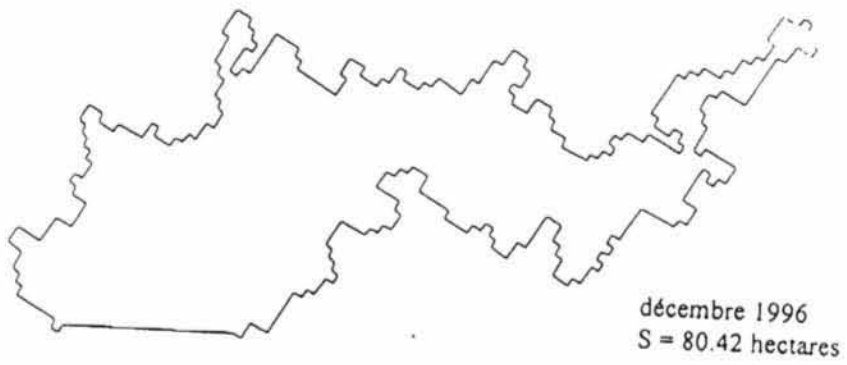
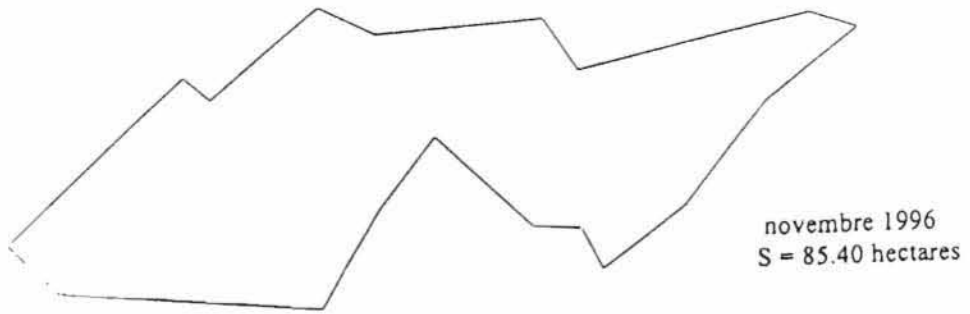


figure 30 pourtours du lac petit Bagré et superficies correspondantes



A partir de l'image du premier décembre 1996 les superficies suivantes ont été calculées:

au grand Bagré: la superficie au premier décembre est de: 15814,83 hectares

au petit Bagré: la superficie au premier décembre 1996 est de 80,42 hectares

A partir du GPS les tours du petit Bagré ont donné les superficies suivantes:

En novembre la superficie du lac est de 85,40 hectare

En février la superficie de la retenue est de 64,53 hectares

Au niveau du grand Bagré la portion de la berge que nous avons limitée a évolué de 16,97 ha en novembre à 9,62 ha en février.

Des résultats ci-dessus, on note que la diminution saisonnière de la surface immergée s'effectue de façon linéaire de la période de hautes eaux à celle de basses eaux. La diminution de la surface globale immergée de novembre à février au petit Bagré se chiffrait à 24,44 % d'après les résultats obtenus à l'aide du GPS, la précision du GPS utilisé est de $\pm 20\text{m}$. Au niveau du grand Bagré on a une diminution de 76,4 % de la surface de la portion de la berge limitée.

Ce rétrécissement du, d'une part à l'évaporation qui est très importante pendant toute la saison sèche, et d'autre part à l'irrigation et au turbinage, entraîne d'importantes variations de ces écosystèmes aquatiques. En effet, quand la surface l'eau se rétrécit, l'habitat qu'elle constitue diminue. Cette diminution de l'habitat s'accompagne d'énormes changements des caractéristiques physiques et chimiques de l'eau. Les conséquences d'un tel phénomène sur la vie aquatique, en particulier sur la biomasse piscicole, sont énormes. Le changement saisonnier de l'habitat se traduit au niveau de la production par des fluctuations, plus il y a de l'eau et plus la production est importante. En effet, d'après KABRE (1994) l'impact des variations saisonnières de l'habitat se traduit par une dégradation des conditions de la santé générale, notamment la croissance, des poissons.

Discussion :

L'étude sur le rétrécissement des retenues serait plus précise si les images prévues avaient été toutes acquises. En effet, le GPS nous a permis de constater le rétrécissement et de l'estimer, mais il ne nous a pas permis de savoir si le phénomène touche toutes les berges de manière uniforme ou non. Ceci est d'autant plus difficile qu'au niveau du lac grand Bagré nous n'avons pas une estimation globale sur le pourtour à l'aide du GPS. D'autre part nous avons

remarqué que même au petit Bagré où nous avons pu faire des enregistrements des contours des surfaces immergées, les pourtours obtenus à différentes dates ne s'emboîtent pas l'un dans l'autre malgré la diminution de la superficie. Cet état de fait pourrait s'expliquer par l'erreur due à la faible précision de l'appareil ($\pm 20\text{m}$) qui n'évolue pas forcément dans le même sens pendant les deux périodes de mesures.

Au niveau des images satellitaires la question d'emboîtement des pourtours ne se pose pas, les pourtours d'un même plans obtenus à différents moments s'emboîtent parfaitement l'un dans l'autre ce qui permet de voir directement le sens de l'évolution et les parties qui sont le plus concernées. En effet, d'après ROCHON (1977) il est possible d'estimer la superficie d'un lac avec une précision allant de 90 % à 99 % selon que les berges sont envahies par la végétation aquatique ou pas.

Conclusion et suggestions

Le grand et le petit Bagré, sont des lacs de barrage installés respectivement sur le Nakambé et l'un de ses affluents. Leur régime de remplissage est strictement dépendant des pluies. A la fin de la saison des pluies, les lacs sont au maximum de leurs eaux; les surfaces immergées sont importantes, les eaux d'écoulement chargées de substances organiques et minérales enrichissent l'habitat que constituent les deux écosystèmes aquatiques. En fin de saison de pluies, les lacs, ne bénéficiant plus d'apport d'eau et soumis aux diverses utilisations anthropiques et à l'évaporation, perdent graduellement leurs eaux; l'habitat se rétrécit. Ce phénomène, malgré son aspect normal, s'accompagne des changements dont l'importance écologique et économique n'est pas négligeable.

Au niveau des biocoenoses, principalement des macro-invertébrés du benthos, les échantillonnages effectués révèlent une faible abondance spécifique; quatre ordres seulement ont été rencontrés avec une nette dominance des diptères, en toutes saisons. La densité absolue des macro-invertébrés varie très peu au cours des deux saisons au niveau du grand Bagré. Au niveau du petit Bagré la densité absolue des macro-invertébrés en période de basses eaux est six fois plus grande que celle enregistrée en période de hautes eaux.

Cependant, dans sa globalité la densité absolue enregistrée au niveau des deux plans d'eau demeure relativement faible en comparaison des résultats obtenus par GUENDA (1996) au niveau du Mouhoun.

Pour ce qui est de la biomasse piscicole, les variations saisonnières se traduisent par des variations de l'importance des captures. Les captures sont d'autant plus importantes que les retenues contiennent plus d'eau. Ceci traduit une certaine dégradation des conditions de vie des poissons au cours de la période de basses eaux. Des résultats similaires ont été obtenus au niveau du barrage de Loumbila par KABRE (1994) et selon cet auteur au moins 90 % des poissons sont affectés par ces variations saisonnières.

En ce qui concerne les facteurs physico-chimiques tels que la teneur en oxygène et la température de l'eau, il n'y a pas de variation notable. La teneur en oxygène moyenne (5mg/l) est normale selon les conditions d'oxygénation des eaux des savanes ouest africaines définies par GRUNEWALD (1976). La température de l'eau est relativement stable en toutes saisons.

Il n'y a pas de stratification remarquable des deux paramètres au niveau des deux plans d'eau.

Pour des paramètres tels que la transparence, la turbidité et la conductivité; les variations sont très importantes d'une saison à l'autre. La transparence de l'eau augmente graduellement de la période de hautes eaux à celle de basses eaux. Ceci traduit une décantation et une diminution de phytoplancton au niveau de l'eau. La turbidité de l'eau diminue de la période de hautes eaux à celle des basses eaux. Les valeurs de la turbidité observées au niveau du petit Bagré sont à tout moment plus faibles que celles observées au grand Bagré. Pour ce qui est de la conductivité on observe des tendances contraires de celles de la turbidité.

On note que les variations des paramètres ci-dessus étudiés sont nettement plus marquées au niveau du petit Bagré. Ceci pourrait s'expliquer par la petite taille du lac qui le rend plus sensible aux variations saisonnières. En effet des études similaires, effectuées par BAIJOT et Al (1994) sur d'autres retenues du Burkina, ont montré que les petites retenues sont plus sensibles aux variations saisonnières. Au niveau du petit Bagré le phénomène du rétrécissement saisonnier est très poussé. A partir du mois de mars la superficie immergée commence à se morceler en zones immergées et émergées.

Les informations fournies par la présente étude ne sont pas suffisantes pour permettre de cerner de manière assez précise tous les changements induits par les variations saisonnières du climat au niveau des lacs Bagré. Nous suggérons que cette étude puisse s'étendre à des paramètres que nous n'avons pas pu étudiés.

Bibliographie

BAIJOT E., MOREAU J.; BOUDA S.; (1994): Aspects hydrobiologiques et piscicoles des retenues d'eau en zone Soudano - sahélienne, le cas du Burkina Faso. Commission des Communautés Européennes (CEE), 250 p.; 56 ill.; 274 réf.-

BEME; GOZEB.; et al. (1993): Cartographie opérationnelle des ressources en eau de surface en milieu sahélien: application au Burkina Faso: guide méthodologique
Sherbrooke(Canada): centre d'application et de recherche en télédétection; p.m. 43p

BRUNNEL J.P. ; et al (1992): Evaporation des nappes d'eau libre en Afrique sahélienne et tropicale. Ouagadougou: CIEH; ORSTOM;410 p; ill.

BDPA, Paris, et al, (1988): Etude d'accompagnement du projet Bagré. Paris, BDPA, Ouagadougou; MOB/M. eau, Vol.I 77p, Vol.II 67p, Vol.III 101p.

CASCAILH ANDRE., ROEL BOSMA (1991): Comment réaliser un mémoire? Manuel d'aide pour la réalisation et la rédaction d'un mémoire 1^{ère} édition. Université de Ouagadougou, I.S.N./I.D.R. 03. B.P. 7021 Ouaga 03, 34p.

CIEH. Ouagadougou; et al. (1992): Etude hydrologique avec traitement d'images satellitaires de neuf bassins versants de petits barrages au Burkina Faso. Ouagadougou: CIEH/ DIRH/M. eau; 1992, Vol.I 71p; Vol.II 108p; Vol.III 191p. m.; ill.

CLAUDE. E. BOYD (1979, 1981): Water quality in warm Water fish ponds.
Crafmaster printers INC, Opelika, Alabama, 359p

Centre Régional d'Editions Techniques , 1967 L'étude des insectes, Techniques Americaine-120, Centre Régional d'Editon Techniques (CRET) Paris - France. 47p

COOL K., et al, (1991): Utilisation de la télédétection pour la gestion des grands périmètres irrigués(imagerie SPOT): étude méthodologique avec point d'application à l'office du Niger. Ouagadougou: CIEH, Vol.I 19p, Vol.II 30 p

DEJOUX C.; ELOURD . J. M. FORGE. P. MASLIN.J. L. (1983): Catalogue iconographique des insectes aquatiques de Cote d'Ivoire, ORSTOM./ O.M.S. OCP/ VCU/HYBIO. 178p

GUENDA W. (1996) Thèse d'ETAT: Etude faunistique, écologique et de la distribution des insectes d'un réseau hydrographique de l'ouest africain: le Mouhoun (Burkina Faso), rapport avec le *Simulium damnosum* Theobald, vecteur de l'onchocercose. 260p

JACQUES ARRIGNON (1976): Aménagement écologique et piscicole des eaux douces.
BORDAS, Paris. 340p

MERRITT R. W., CUMMINS .K. W. (1984): An introduction to the Aquatic insects of North America, second edition, Kendall/ Hunt publishing company, Library of congress catalog card number, 722p

OWEN. T. LIND (1979): Hand book of common method in. Limnology.
The C. V. MOSBY company, ST,Louis, Toronto, London, 199p

PIATON H., PUEH C. CARETTE J. (1992) : Apport de la télédétection pour l'évaluation des ressources en eau pour la mise en valeur des plans d'eau à caractère permanent ou semi-permanent au Niger. CIEH.80p

Ramade F. (1992): Eléments d'écologie appliquée, IV^e édition, ediscience international, Paris. 578p

Ramade F. (1994): Eléments d'écologie fondamentale, II^e édition, ediscience international, Paris. 579p

SACCHI. CF.; TESTARD. P. (1971), Ecologie animale : organismes et milieu, doin éditeurs, 8,place de l'Odéon, Paris (VI^e), 480p

SOGREAH. Grenoble, 1982, : Termes de références des études d'ingénierie avant la réalisation des travaux du barrage et périmètre d'irrigation de Bagré. Grenoble: SOGREAH; Ouagadougou, AVV, 1982, 55 p.

SOGREAH. Grenoble, 1982,: Barrage et périmètre d'irrigation de Bagré: étude de factibilité, note complémentaire. Grenoble: SOGREAH; Ouagadougou, AVV, 1982, 45p.

SOGREAH. Grenoble,1983,: Projet Bagré: dossier provisoire. Grenoble: SOGREAH; Ouagadougou; AVV, 1983, 1984; 10 vol. p.m

SOGREAH. Grenoble, 1984,: Synthèse des études du projet Bagré. Grenoble: SOGREAH; Ouagadougou; projet Bagré/ M.eau 1984, 37p

SOGREAH. Grenoble, 1986,: Projet Bagré: ligne électrique 132 kv, du barrage de Tenkodogo et fourniture électrique des postes. Grenoble: SOGREAH; Ouagadougou: projet Bagré/M.eau; 1986, p.m. plan, 40p.

SOGREAH. Grenoble, 1990,: Projet Bagré: mise en œuvre des aménagements hydro-agricoles. Grenoble: SOGREAH, Ouagadougou: MOB/M.eau, 1990, Vol.I 63p, Vol.II 45P, Vol.III 37p, Vol.IV 45p, Vol.V 76p, Vol.VI 43p.

Liste des annexes

Annexe 1 : Tableaux de systématique des macro-invertébrés du benthos récoltés au niveau des lacs Bagré sur les différents transects

Annexe 2 : Tableaux des mesures de la température et de l'oxygène effectuées au niveau des lacs Bagré

Annexe 3: Coordonnées des points du pourtour du petit Bagré enregistrés à l'aide du GPS et des points de la portion du grand Bagré ayant fait l'objet d'étude

Annexe1

Systématique des invertébrés du benthos des lacs Bagré

périodes de hautes et basses eaux

petit Bagré : période de hautes eaux

site	n° d'échantillon	ordre	famille et genre	nombre total d'insectes
petit Bagré	03/08/96/01/t1	diptère	chironomidae	1 mue
petit Bagré	03/08/96/02/t1	diptère	chironomidae	2
petit Bagré	03/08/96/03/t1	diptère	chironomidae	0
petit Bagré	03/08/96/04/t1	diptère	chironomidae	0
petit Bagré	03/08/96/05/t1	diptère	chironomidae	2
		coléoptère		
petit Bagré	03/08/96/06/t1	diptère	chaoboridae CHAOBORUS chironomidae	2
petit Bagré	03/08/96/07/t1	diptère	chironomidae	2
petit Bagré	03/08/96/08/t1	diptère	chironomidae	0

site	n° d'échantillon	ordre	famille et genre	nombre total d'insectes
petit Bagré	03/08/96/01/t2	diptère	chaoboridae CHAOBORUS chironomidae	11
petit Bagré	03/08/96/02/t2	diptère	chironomidae	0
petit Bagré	03/08/96/03/t2	diptère	chaoboridae CHAOBORUS chironomidae ceratopogonidae	47
petit Bagré	03/08/96/04/t2	diptère	chironomidae	0
petit Bagré	03/08/96/05/t2	diptère	chironomidae	7
petit Bagré	03/08/96/06/t2	diptère	chironomidae	3
petit Bagré	03/08/96/07/t2	diptère	chironomidae	20

site	n° d'échantillon	ordre	famille et genre	nombre total d'insectes
petit Bagré	30/08/96/01/t3	diptère	chironomidae inconnu	2
petit Bagré	30/08/96/02/t3	diptère	chironomidae	0
petit Bagré	30/08/96/03/t3	diptère	chironomidae	0
petit Bagré	30/08/96/04/t3	diptère	chaoboridae CHAOBORUS chironomidae	2
petit Bagré	30/08/96/05/t3	diptère	chaoboridae CHAOBORUS chironomidae	11
petit Bagré	30/08/96/06/t3	diptère crustacé	chironomidae CYCLOPSE	2
petit Bagré	30/08/96/07/t3			0
petit Bagré	30/08/96/08/t3	diptère	chironomidae	7

site	n° d'échantillon	ordre	famille et genre	nombre total d'insectes
petit Bagré	30/08/96/01/t4			0
petit Bagré	30/08/96/02/t4	diptère	chironomidae	0
petit Bagré	30/08/96/03/t4			0
petit Bagré	30/08/96/04/t4	diptère	chironomidae	3
petit Bagré	30/08/96/05/t4	diptère	chironomidae	1 mue
petit Bagré	30/08/96/06/t4	diptère	chaoboridae CHAOBORUS chironomidae	26
petit Bagré	30/08/96/07/t4			0
petit Bagré	30/08/96/08/t4	diptère	chironomidae	0

site	n° d'échantillon	ordre	famille et genre	nombre total d'insectes
petit Bagré	30/08/96/01/t5	diptère	chironomidae	1 mue
petit Bagré	30/08/96/02/t5	éphéméroptère	baetidae	1
		diptère	chironomidae	
petit Bagré	30/08/96/03/t5	diptère	chironomidae	1
petit Bagré	30/08/96/04/t5	diptère	chaoboridae CHAOBORUS chironomidae	29
petit Bagré	30/08/96/05/t5	diptère	chironomidae	0
petit Bagré	30/08/96/06/t5	diptère	chironomidae	0
petit Bagré	30/08/96/07/t5	diptère	chironomidae	1
petit Bagré	30/08/96/08/t5	diptère	chironomidae	10

grand Bagré : période de hautes eaux

site	n° d'échantillon	ordre	famille et genre	nombre total d'insectes
grand Bagré	01/08/96/01/t1	diptère	chironomidae chironomini POLYPEDILUM	4
grand Bagré	01/08/96/02/t1	diptère	chironomidae	2
grand Bagré	01/08/96/03/t1	diptère	chironomidae	5
grand Bagré	01/08/96/04/t1	diptère	chironomidae	0
grand Bagré	01/08/96/05/t1	diptère	chironomidae	0
grand Bagré	01/08/96/06/t1	diptère	chironomidae	3
grand Bagré	01/08/96/07/t1	diptère	chironomidae	0
grand Bagré	01/08/96/08/t1	diptère	chironomidae	0

site	n° d'échantillon	ordre	famille et genre	nombre total d'insectes
grand Bagré	01/08/96/01/t2	diptère	chironomidae	3
grand Bagré	01/08/96/02/t2	diptère	chironomidae	2
grand Bagré	01/08/96/03/t2	diptère	chironomidae	1
grand Bagré	01/08/96/04/t2	diptère	chironomidae	1 mue
grand Bagré	01/08/96/05/t2			0
grand Bagré	01/08/96/06/t2	diptère	chironomidae chironomini	7
grand Bagré	01/08/96/07/t2	diptère	chironomidae	2 mues
grand Bagré	01/08/96/08/t2	diptère	chironomidae	0

site	n° d'échantillon	ordre	famille et genre	nombre total d'insectes
grand Bagré	02/08/96/01/t3	diptère	chironomidae	1
grand Bagré	02/08/96/02/t3	diptère	chironomidae	1
grand Bagré	02/08/96/03/t3	diptère	chironomidae ceratopogonidae	15
grand Bagré	02/08/96/04/t3	diptère	chironomidae	0
grand Bagré	02/08/96/05/t3			0
grand Bagré	02/08/96/06/t3	diptère	chironomidae	0
grand Bagré	02/08/96/07/t3	diptère	chironomidae	0
grand Bagré	02/08/96/08/t3			0

site	n° d'échantillon	ordre	famille et genre	nombre total d'insectes
grand Bagré	02/08/96/01/t4			0
grand Bagré	02/08/96/02/t4	diptère	chironomidae ceratopogonidae	11
grand Bagré	02/08/96/03/t4	diptère	chironomidae	17
grand Bagré	02/08/96/04/t4			0
grand Bagré	02/08/96/05/t4	diptère	chironomidae	3 et 1 mue
grand Bagré	02/08/96/06/t4			0
grand Bagré	02/08/96/07/t4			0
grand Bagré	02/08/96/08/t4	diptère	chironomidae	1

site	n° d'échantillon	ordre	famille et genre	nombre total d'insectes
grand Bagré	29/08/96/01/t5	diptère	chironomidae	14
grand Bagré	29/08/96/02/t5	diptère	chironomidae	15
grand Bagré	29/08/96/03/t5	diptère orthoptère	chironomidae tridactylidae	13
grand Bagré	29/08/96/04/t5	diptère	chironomidae ceratopogonidae	2
grand Bagré	29/08/96/05/t5	diptère	chironomidae	0
grand Bagré	29/08/96/06/t5			0
grand Bagré	29/08/96/07/t5			0
grand Bagré	29/08/96/08/t5	diptère thysanoptère	chironomidae	2

site	n ° d'échantillon	ordre	famille et genre	nombre total d'insectes
grand Bagré	29/08/96/01/t6	diptère	chironomidae	2 mues
grand Bagré	29/08/96/02/t6	diptère	chironomidae	1
		orthoptère	tridactylidae	
grand Bagré	29/08/96/03/t6			0
grand Bagré	29/08/96/04/t6			0
grand Bagré	29/08/96/05/t6			0
grand Bagré	29/08/96/06/t6			0
grand Bagré	29/08/96/07/t6	diptère	chironomidae	0
grand Bagré	29/08/96/08/t6	orthoptère	tridactylidae	1

site	n ° d'échantillon	ordre	famille et genre	nombre total d'insectes
grand Bagré	29/08/96/01/t7	diptère	chironomidae	0
grand Bagré	29/08/96/02/t7	diptère	chironomidae	1 inconnu
grand Bagré	29/08/96/03/t7	diptère	chironomidae	0
grand Bagré	29/08/96/04/t7			0
grand Bagré	29/08/96/05/t7	diptère	chironomidae	0
grand Bagré	29/08/96/06/t7			0
grand Bagré	29/08/96/07/t7	diptère	chironomidae	1 mue
grand Bagré	29/08/96/08/t7	diptère	chironomidae	0

petit Bagré période des basses eaux

n° d'échantillon	ordre	famille et genre	nombre total d'insectes
pb21029701t1	diptère	chironomidae	2
pb21029702t1	diptère	chironomidae	0
pb21029703t1	diptère thysanoptère	chironomidae inconnu	2
pb21029704t1	diptère	chironomidae chaoboridae ceratopogonidae	86
pb21029705t1	inconnu	inconnu	1
pb21029706t1	diptère	chironomidae	1
pb21029707t1	diptère thysanoptère	chironomidae inconnu	2
pb21029708t1	diptère	chironomidae	0

n° d'échantillon	ordre	famille et genre	nombre total d'insectes
pb21029701t2	diptère	chironomidae	0
pb21029702t2	diptère éphéméroptère	chironomidae baetidae	2
pb21029703t2	diptère	chironomidae	1
pb21029704t2	diptère	chironomidae	0
pb21029705t2	diptère	chironomidae	0
pb21029706t2	diptère	chironomidae	1
pb21029707t2	diptère	chironomidae	2
pb21029708t2	diptère	chironomidae	1

n° d'échantillon	ordre	famille et genre	nombre total d'insectes
pb21029701t3	diptère thysanoptère	chironomidae inconnu	2
pb21029702t3	diptère	chironomidae chaoboridae	12
pb21029703t3	diptère	chironomidae chaoboridae ceratopogonidae	70
pb21029704t3	diptère	chaoboridae	1
pb21029705t3	diptère	chironomidae	0
pb21029706t3	diptère	chironomidae	0
pb21029707t3	diptère	chironomidae	0
pb21029708t3	diptère	chironomidae	1

grand Bagré période de basses eaux

n° d'échantillon	ordre	famille et genre	nombre total d'insectes
gb23029701t1	diptère	chironomidae ceratopogonidae	27
gb23029702t1	diptère	chironomidae	2
gb23029703t1	diptère	chironomidae	0
gb23029704t1	diptère	chironomidae	0
gb23029705t1	diptère	chironomidae	0
gb23029706t1	diptère	chironomidae	0
gb23029707t1	diptère	chironomidae	0
gb23029708t1	diptère	chironomidae	0

n° d'échantillon	ordre	famille et genre	nombre total d'insectes
gb23029701t2	diptère	chironomidae	0
gb23029702t2	diptère	chironomidae chironomini	12
gb23029703t2	diptère	chironomidae	2
gb23029704t2	-	-	0
gb23029705t2	-	-	0
gb23029706t2	-	-	0
gb23029707t2	-	-	0
gb23029708t2	éphéméroptère	baetidae	1

n° d'échantillon	ordre	famille et genre	nombre total d'insectes
gb23029701t3	diptère	chironomidae	0
gb23029702t3	diptère	chironomidae	16
gb23029703t3	éphéméroptère	baetidae	1
gb23029704t3	diptère	chironomidae	1
gb23029705t3	-	-	0
gb23029706t3	-	-	0
gb23029707t3	-	-	0
gb23029708t3	-	-	0

n° d'échantillon	ordre	famille et genre	nombre total d'insectes
gb23029701t4	diptère éphéméroptère thysanoptère arthropode/arachnide	chironomidae baetidae inconnu araignée	4
gb23029702t4	diptère	chironomidae	0
gb23029703t4	-	-	0
gb23029704t4	diptère	chironomidae	0
gb23029705t4	diptère	chironomidae	0
gb23029706t4	-	-	0
gb23029707t4	-	-	0
gb23029708t4	diptère	chironomidae	1

n° d'échantillon	ordre	famille et genre	nombre total d'insectes
gb23029701t5	diptère	chironomidae	1
gb23029702t5	diptère	chironomidae	0
gb23029703t5	-	-	0
gb23029704t5	diptère	chironomidae	0
gb23029705t5	-	-	0
gb23029706t5	-	-	0
gb23029707t5	diptère	chironomidae ceratopogonidae	2
gb23029708t5	diptère	chironomidae ceratopogonidae	12

Annexe 2

mesure physico-chimiques: petit Bagré 6et23novembre
1996

profond(cm)	oxy1(mg/l)	temp1(°c)	oxy2(mg/l)	temp2(°c)	oxy3(mg/l)	temp3(°c)
0-20	6,4	27,8	6,9	27,6	5,8	26,7
20-40	5,3	27,3	5,3	27,1	5,7	26,2
40-60	5,2	27,1	6,1	26,8	5,4	26,3
60-80	5,8	27	5,3	26,7	5,6	26,3
80-100	6,4	27,1	4,03	27,1	5,7	26,1
100-120	5,1	26,8	5,4	26,4	5,5	26
120-140	5,2	26,7	5,1	26,7	5,6	25,8
140-160	5	26,5	5,7	26,8	5,3	25,8
160-180	4,8	26,6	5,6	26,7	5,2	25,7
180-200	5,7	26,4	5,5	26,4	5,2	25,7
200-220	4,8	26,2	5,4	26,2	5,5	25,7
220-240	5,2	26	4,9	26,3	4,8	25,5
240-260	6,7	26,2	4,7	25,9	5	25,4
260-280	5,6	26,1	4,8	25,8	4,7	25,4
280-300	5	25,9	5	25,4	5,1	25,4

mesure physico-chimiques: grand Bagré 5-20 et21
novembre 1996

profond(cm)	oxy1(mg/l)	temp1(°c)	oxy2(mg/l)	temp2(°c)	oxy3(mg/l)	temp3(°c)
0-20	5,4	29,5	4,2	28,1	4,7	26,6
20-40	4,6	28,7	3,8	27	4,5	25,4
40-60	5,1	27,2	4,2	26,5	5,1	25,2
60-80	5,6	26,9	4,4	26,2	5,2	25,1
80-100	4,6	26,3	4,5	25	4,9	25,1
100-120	4,3	26,7	4,5	26	4,8	25,2
120-140	3,8	28,7	4,1	26,3	4,8	25
140-160	3,6	27	4,3	26	5	25,1
160-180	3,4	28,3	4,3	26	5,4	24,9
180-200	4	28,8	4	25,9	5,2	24,9
200-220	3,4	28,8	4,1	25,9	4,6	25
220-240	3,7	26,8	4,3	25,9	5	24,9
240-260	3,4	28,7	4,1	26,1	4,8	24,8
260-280	3,6	25,7	4,2	26,1	4,6	24,8
280-300	3,7	28,7	4,4	25,8	5	24,7

mesure physico-chimiques: grand Bagré 5-20 et21
novembre 1996

oxy4(mg/l)	temp4(°c)	oxy5(mg/l)	temp5(°c)	oxy6(mg/l)	temp6(°c)
5,1	25,6	4,3	24,3	4,7	28,3
4,7	24,9	4,3	24,3	4,7	27,5
4,5	24,8	4,7	24,4	5	27,2
4,9	24,7	4,5	24,3	4,6	26,8
5,5	24,6	4,3	24,3	4,6	26,5
4,5	24,7	4,7	24,3	4,8	26,5
4,6	24,7	0	24,2	5	26,2
4,2	24,6	4,2	24,2	4,7	26,2
4,6	24,7	4,1	24,1	4,6	26,2
4,6	24,3	4	24,1	4,7	26,2
4,6	24,4	4,4	24,1	4,8	26,1
5	24,4	4	24,1	4,7	25,7
4,9	24,5	4,5	24	4,7	25,5
5	24,4	4,7	23,9	4,4	25,5
4,7	24,2	4,4	23,9	4,2	25,5

mesure physico-chimiques: grand Bagré 5-20 et 21
novembre 1996

oxy7(mg/l)	temp7(°c)	oxy8(mg/l)	temp8(°c)
5,2	27,5	4,6	25,3
4,8	27	4,8	25,2
4,8	26,6	4,7	25,1
4,7	26,3	4,5	25
4,7	26,2	4,7	25
4,7	26,6	4,7	24,9
4,5	26,2	5,3	24,9
4,6	25,9	4,2	24,6
4,7	25,7	4,6	24,6
4,2	25,5	4,5	24,5
4,6	25,2	4,8	24,3
4,4	25,2	4,7	24,3
4,6	24,9	4,3	24,1
4,6	24,8	4,7	24,1
4,5	24,7	4,5	24,1

petit Bagré : 21 et 22
février 97

oxy(mg/l)	temp(°c)	oxy(mg/l)	temp(°c)	oxy(mg/l)	temp(°c)	oxy(mg/l)	temp(°c)
6,2	25,7	6,2	23,7	6,6	25,5	6,3	24,7
6	23,8	5,7	22,7	6,3	23,5	6,4	23,7
6,1	22,4	5,5	22,4	5,8	22,8	6,2	23,1
5,9	22,2	5,9	22,4	6	22,3	5,9	22,8
6	22,2	5,9	22,2	6	21,9	6	22,8
6,1	21,8	5,8	22,3	6	22	6,1	22,6
6,2	21,8	5,5	22,3	6	22,3	6,2	22,8
6,3	21,7	5,8	22,3	6	21,9	6	22,8
6,4	21,4	5,6	22,3	5,8	21,9	5,8	22,6
5,8	21,8	5,5	22,3	6,2	22,1	5,5	22,6
5,8	21,9	5,5	22,2	6	22,1	5,9	22,6
6	21,8	5,8	22,2	6,2	21,5	5,8	22,1
5,8	22	5,6	22,1	5,9	21,7	5,5	22,1
5,7	21,8	5,6	22,1	6,2	21,7	5,5	21,9
5,8	21,6	5,2	22,1	6,1	21,6	5,5	21,9

grand Bagré 23 et 24
février 97

oxy(mg/l)	temp(°c)	oxy(mg/l)	temp(°c)	oxy(mg/l)	temp(°c)	oxy(mg/l)	temp(°c)
6,6	23,8	6,5	25	7,1	24,7	6,3	25,7
6,4	23,8	6,4	23,4	6,8	23,5	6,4	23,6
6,1	23,3	6	22,4	6,5	23,3	5,6	22,1
6,1	23,3	5,8	22,6	6,4	22,5	5,6	21,8
6,1	22,5	5,9	22	6,3	22,2	5,7	21,7
6,1	22,7	5,7	21,9	6,1	22,3	5,7	21,6
6	22,6	5,6	21,8	6,1	22,1	6,1	21,8
5,9	22	5,8	21,7	5,8	22,1	6	21,8
5,9	22,3	5,9	21,4	6	22,2	5,7	21,6
5,6	22	5,7	21,6	5,8	22,1	5,7	21,5
5,6	22,6	5,7	21,6	5,8	22,2	5,5	21,4
5,6	22,6	5,8	21,6	5,7	22	5,5	21,3
5,8	22,6	5,6	21,3	5,7	21,9	5,7	21,3
5,7	22,1	5,6	21	5,7	21,9	5,8	21,3
5,8	22,1	5,7	21,2	5,8	21	5,3	21,3

petit Bagré : 02 mars 97

oxy(mg/l)	temp(°c)	oxy(mg/l)	temp(°c)
5,7	25,3	5,8	24,1
5,3	23,4	5,8	23,5
5,4	23,2	5,3	23,4
5,4	23,2	5,8	23,5
4,6	23,1	5,2	23,2
4,7	23,2	5,6	23,4
4,7	23,3	5,5	23,5
5,3	23	5,1	23,2
4,5	23,3	5,5	23,4
4,4	23,1	5,3	23,4
4,2	23	5,5	23,3
4,1	23	5,5	23,4
4,1	22,9	5,5	23,3
3,6	22,8	5,3	23,3
2,6	22,4	5,5	23,3

grand Bagré 28 février
et 1^{er} mars 97

oxy(mg/l)	temp(°c)	oxy(mg/l)	temp(°c)	oxy(mg/l)	temp(°c)
6	28,7	6	25,7	5,3	24,5
5,9	25,8	6	24,8	5,5	22,8
5,9	25,1	5,7	24,8	5,3	22,6
5,9	24,2	5,7	24,2	4,8	22,3
5,8	24,2	5,5	24	5,3	22,3
5,9	23,9	5,5	24,1	5,9	22,3
5,6	23,6	5,5	24,1	5,6	22,7
5,6	23,6	5,4	23,9	5,6	22,8
5,3	22,8	5,4	23,6	5,4	22,8
5,3	22,8	5,4	23,9	5,2	22,3
5,3	22,6	5,4	23,1	5,5	22,4
5,1	22,4	5,5	23	5,4	22,5
5,1	22,4	5,4	23	5	22,2
5,1	22,3	5,2	22,8	5,1	22,1
5,1	22,4	5,3	22,6	5	22,3

Annexe 3

Coordonnées des points constituant le pourtour du petit Bagré en novembre 1996

longitude	latitude
772358	1270498
772278	1270253
772174	1270311
772071	1270252
771743	1270304
771734	1270079
771744	1269948
771760	1269791
771184	1269465
771002	1269504
771135	1270092
771226	1270082
771314	1270424
771476	1270444
771605	1270484
771794	1270701
771944	1270638
772158	1270671
772190	1270913
772331	1271065
772454	1271098
772373	1270822
772358	1270498

Coordonnées des points constituant le pourtour du petit Bagré en février 1997

longitude	latitude
772487	1270436
772439	1270433
772415	1270364
772506	1270351
772415	1270300
772508	1270265
772446	1270269
772471	1270195
772362	1270233
772333	1270290
772311	1270327
772262	1270161
772285	1270291
772231	1270258
772167	1270212
771912	1270203
771858	1270126
771884	1270069
771775	1269924
771895	1269818
771872	1269735
771708	1269526
771395	1269302
771230	1269370
771243	1269436
771114	1269528
771255	1269523
771270	1269629
771153	1269761
771227	1269718
771146	1269876
771211	1269809
771379	1269894
771437	1270031
771353	1270199
771411	1270195
771491	1270280
771638	1270226
771635	1270295
771732	1270309
771938	1270419
772018	1270541
772120	1270455
772293	1270442

772445	1270624
772401	1270791
772531	1270889
772480	1270745
772520	1270592
772571	1270631
772573	1270654
772598	1270531
772487	1270436

coordonnées des points du grand Bagré en novembre 1996

latitude	longitude
1273501	768567
1273334	768477
1273243	768569
1273191	768969
1273136	768988
1273059	768661
1272871	768263
1272724	768337
1272760	768264
1272907	768153
1272942	767898
1272869	767972
1272683	767882
1272572	767847
1272313	767758

coordonnées des points en février 1997

latitude	longitude
7678,67	12723,32
7679,38	12725,21
7679,23	12727,4
7680,91	12729,11
7680,52	12731,21
7681,78	12729,69
7682,59	12729,76
7683,29	12729,85
7683,95	12727,48
7684,18	12728,48
7683,97	12729,82
7685,86	12729,4
7688,76	12731,22
7690,04	12731,7
7690,61	12731,95
7689,02	12732,32
7687,17	12731,93
7686,97	12732,04
7686,21	12733,75
768631	12735,08
7686,57	12735,12