

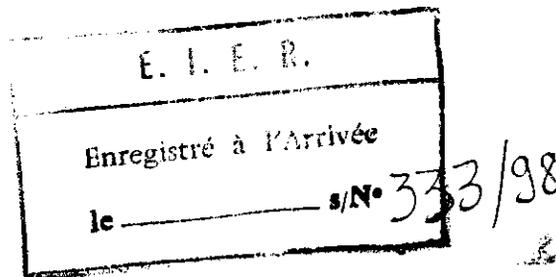
# MEMOIRE DE FIN D'ETUDES 1998

Présenté par :

BOUREIMA Amadou

**Etude comparative du  
bilan hydrologique de  
quelques petits barrages  
sur un transect N-S du  
Burkina Faso**

MENTION :



Encadrement

P. GINESTE  
A. CASENAVE

## **DEDICACE**

- *A mes parents BOUREIMA Soumana et FATOUMA Amadou: je leur dois toute mon éducation, ils m'ont appris la patience, le respect de l'autre. Ils m'ont aussi préparé à la vie en société et aux rudes combats contre les dures épreuves de la vie.*
- *A mon oncle BAKO Boubacar: ses conseils et son soutien ont été le véritable guide de mes pas dans les études.*
- *A ma grand-mère DADO et à tous mes parents de LAMORDE.*
- *A mes frères et soeurs et à tous les fils et filles de KIRKISSOYE.*
- *A tous mes amis.*
- *A ma tante M<sup>me</sup> BELKO née Dimitrie Sissi MUKANIYILIGIRA: elle a beaucoup de patience.*
- *A tous ceux qui oeuvrent pour l'amélioration des conditions de vie de leurs semblables.*
- *Aux pauvres.*
- *A tous ceux qui sont victimes de l'injustice.*

## REMERCIEMENTS

Plusieurs personnes m'ont aidé et encouragé dans la réalisation de ce travail et je tiens à les en remercier infiniment:

- mon encadreur, Monsieur Alain CASENAVE, chercheur à l'ORSTOM de Ouagadougou. Malgré de nombreuses sollicitations, il m'a toujours reçu et guidé avec clairvoyance dans la réalisation de ce mémoire.
- Monsieur Philippe GINESTE, professeur responsable du mémoire. Ses nombreux conseils et observations m'ont été d'un apport très utile dans la réalisation de ce travail.
- Monsieur Alain DEZETTER, chargé de recherche en hydrologie à l'ORSTOM, pour la documentation et les données qu'il a mises à ma disposition.
- Monsieur Ibrahima DIOP, ingénieur en Hydrologie et en Energie pour son appui dans la recherche documentaire et sa disponibilité.
- Mes amis de la 27<sup>ème</sup> promotion de l'E.I.E.R pour les moments passés ensemble durant ces trois années de formation.

**SOMMAIRE**

## SOMMAIRE

<b>PREAMBULE.....</b>	<b>1</b>
<b>RESUME.....</b>	<b>3</b>
<b>INTRODUCTION.....</b>	<b>4</b>
 <i>1<sup>ère</sup> partie</i>	
<b>I- PRINCIPE DE L'ETUDE DU BILAN HYDROLOGIQUE D'UN BARRAGE.....</b>	<b>5</b>
<b>I-1 FORMULATION PRATIQUE.....</b>	<b>5</b>
<b>I-2 ESTIMATION DES DIFFERENTS PARAMETRES.....</b>	<b>5</b>
<b>I-2-1 Les écoulements (Vec).....</b>	<b>5</b>
<b>I-2-2 Les déversements (Vd).....</b>	<b>6</b>
<b>I-2-3 Les apports pluviométriques (Vp).....</b>	<b>6</b>
<b>I-2-4 Les prélèvements (Vpr).....</b>	<b>6</b>
<b>I-2-5 Les volumes évaporés (Vev).....</b>	<b>7</b>
<b>I-2-6 Les volumes d'eau infiltrés (Vif+Vid).....</b>	<b>7</b>
<b>II- DEFINITION DU TRANSECT A ETUDIER.....</b>	<b>7</b>
 <i>2<sup>ème</sup> partie</i>	
<b>III PRESENTATION DES BARRAGES RETENUS.....</b>	<b>8</b>
<b>III-1 BARRAGE DE TOUGOU.....</b>	<b>8</b>
<b>III-1-1 Situation géographique.....</b>	<b>8</b>
<b>III-1-2 Milieu physique.....</b>	<b>8</b>
<i>III-1-2-1 Climat.....</i>	<i>8</i>
<i>III-1-2-2 Géomorphologie.....</i>	<i>8</i>
<i>III-1-2-3 Les sols.....</i>	<i>9</i>
<i>III-1-2-4 Végétation.....</i>	<i>9</i>
<b>III-1-3 Caractéristiques techniques.....</b>	<b>9</b>
<i>III-1-3-1 Digue.....</i>	<i>9</i>
<i>III-1-3-2 Déversoir.....</i>	<i>9</i>
<i>III-1-3-3 Courbes caractéristiques.....</i>	<i>9</i>
<i>III-1-3-4 Calibration du déversoir.....</i>	<i>10</i>

<b>III-1-4 Données disponibles</b> .....	<b>11</b>
III-1-4-1 Hydrométrie.....	11
III-1-4-2 Pluviométrie.....	11
III-1-4-3 Evaporation.....	12
III-1-4-4 Prélèvements.....	12
<b>III-2 BARRAGE DE LOUMBILA</b> .....	<b>13</b>
<b>III-2-1 Situation géographique</b> .....	<b>13</b>
<b>III-2-2 Milieu physique</b> .....	<b>13</b>
III-2-2-1 Climat.....	13
III-2-2-2 Modelé.....	13
III-2-2-3 Les sols.....	13
III-2-2-4 Végétation.....	13
<b>III-2-3 Caractéristiques techniques</b> .....	<b>14</b>
III-2-3-1 Digue.....	14
III-2-3-2 Déversoir.....	14
III-2-3-4 Courbes caractéristiques.....	15
<b>III-2-4 Données disponibles</b> .....	<b>15</b>
III-2-4-1 Hydrométrie.....	15
III-2-4-2 Pluviométrie.....	16
III-2-4-3 Evaporation.....	16
III-2-4-4 Les prélèvements.....	16
<b>III-3 BARRAGE DE MOGTEDO</b> .....	<b>17</b>
<b>III-3-1 Situation géographique</b> .....	<b>17</b>
<b>III-3-2 Milieu physique</b> .....	<b>18</b>
<b>III-3-3 Caractéristiques techniques</b> .....	<b>18</b>
III-3-3-1 Digue.....	18
III-3-3-2 Déversoir.....	18
III-3-3-3 Courbes caractéristiques.....	18
III-3-3-4 Calibration du déversoir.....	18
<b>III-3-4 Données disponibles</b> .....	<b>19</b>
III-3-4-1 Hydrométrie.....	19
III-3-4-2 Pluviométrie.....	19
III-3-4-3 Evaporation.....	21
III-3-4-4 Prélèvements.....	21

<b>III-4 BARRAGE DE MOUSSODOUGOU.....</b>	<b>22</b>
<b>III-4-1 Situation géographique.....</b>	<b>22</b>
<b>III-4-2 Milieu physique.....</b>	<b>22</b>
III-4-2-1 Climat.....	22
III-4-2-2 Géomorphologie.....	22
III-4-2-3 Les sols.....	23
III-4-2-4 Végétation.....	23
<b>III-4-3 Caractéristiques techniques.....</b>	<b>23</b>
III-4-3-1 Déversoir.....	23
III-4-3-2 Courbes caractéristiques.....	24
<b>III-4-4 Données disponibles.....</b>	<b>24</b>
III-4-4-1 Hydrométrie.....	24
III-4-4-2 Pluviométrie.....	24
III-4-4-3 Evaporation.....	25
III-4-4-4 Prélèvements.....	25

### 3<sup>ème</sup> partie

<b>IV BILAN HYDROLOGIQUE DES BARRAGES.....</b>	<b>27</b>
<b>IV-1 METHODOLOGIE DE CALCUL.....</b>	<b>27</b>
<b>IV-1-1 Bilan journalier.....</b>	<b>27</b>
IV-1-1-1 Variation de volume dV et surface moyenne Sm.....	27
IV-1-1-2 Volume évaporé (Vev).....	27
IV-1-1-3 Apport de la pluie (Vp).....	27
IV-1-1-4 Volumes infiltrés (Vif).....	28
IV-1-1-5 Volumes déversés (Vd).....	28
IV-1-1-6 Volumes évaporés+infiltrés (Vev+Vif).....	28
IV-1-1-7 Volume écoulé (Vec).....	28
<b>IV-1-2 Bilan mensuel.....</b>	<b>29</b>
<b>IV-2 PRESENTATION DES RESULTATS.....</b>	<b>29</b>
<b>IV-3 REMARQUES.....</b>	<b>29</b>

### 4<sup>ème</sup> partie

<b>V ANALYSE COMPARATIVE DES BILANS.....</b>	<b>31</b>
<b>V-1 EVAPORATION.....</b>	<b>31</b>
<b>V-1-1 Rappels.....</b>	<b>31</b>
<b>V-1-2 Données climatiques.....</b>	<b>31</b>

V-1-3 Lames évaporées.....	32
V-1-4 Volumes évaporés.....	35
V-2 ECOULEMENT.....	42
V-2-1 Récapitulatif des résultats obtenus.....	42
V-2-2 Remarques.....	44
V-2-3 Comparaison des résultats.....	46
CONCLUSION.....	47

## REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

## ANNEXES

## LISTE DES TABLEAUX

<b>Tableau III-1</b>	Hauteurs des pluies mensuelles à Ouahigouya.	<b>P.12</b>
<b>Tableau III-2</b>	Hauteurs des pluies mensuelles à Ouagadougou.	<b>P.16</b>
<b>Tableau III-3</b>	Prélèvements mensuels à Loumbila.	<b>P.17</b>
<b>Tableau III-4</b>	Hauteurs des pluies mensuelles à la station de Mogtédó	<b>P.20</b>
<b>Tableau III-5</b>	Hauteurs des pluies mensuelles à la station de Zorgho	<b>P.20</b>
<b>Tableau III-6</b>	Pluies mensuelles reconstituées de Mogtédó	<b>P.21</b>
<b>Tableau III-7</b>	Hauteurs de pluies mensuelles à la station de Sindou	<b>P.25</b>
<b>Tableau III-8</b>	Prélèvements mensuels à Moussodougou	<b>P.26</b>
<b>Tableau A-V-1</b>	Quelques données climatiques intervenant dans l'évaporation	<b>P.32</b>
<b>Tableau A-V-1bis</b>	Lames évaporées mensuelles au niveau des retenues	<b>P.34</b>
<b>Tableau A-V-2</b>	Pourcentage de volume évaporé mensuel par rapport à l'existant à Tougou.	<b>P.36</b>
<b>Tableau A-V-3</b>	Pourcentage de volume évaporé mensuel par rapport à l'existant à Loumbila	<b>P.37</b>
<b>Tableau A-V-4</b>	Pourcentage de volume évaporé mensuel par rapport à l'existant Mogtédó	<b>P.38</b>
<b>Tableau A-V-5</b>	Pourcentage de volume évaporé mensuel par rapport à l'existant à Moussodougou	<b>P.39</b>
<b>Tableau A-V-6</b>	Moyennes annuelles de la proportion de volume évaporé par rapport à l'existant	<b>P.40</b>
<b>Tableau A-V-7</b>	Lames écoulées annuelles et coefficient d'écoulement à Tougou	<b>P.42</b>
<b>Tableau A-V-8</b>	Lames écoulées annuelles et coefficient d'écoulement à Loumbila	<b>P.43</b>
<b>Tableau A-V-9</b>	Lames écoulées annuelles et coefficient d'écoulement à Mogtédó	<b>P.43</b>
<b>Tableau A-V-10</b>	Lames écoulées annuelles et coefficient d'écoulement à Moussodougou	<b>P.43</b>

## SIGLES ET ABBREVIATIONS

<b>E.I.E.R</b>	Ecole Inter-Etats d'Ingénieurs de l'Equipement Rural
<b>ORSTOM</b>	Institut Français de Recherche scientifique pour le développement en coopération.
<b>DIRH</b>	Direction de l'Inventaire des Ressources Hydrauliques.
<b>ONEA</b>	Office National de l'Eau et d'Assainissement
<b>CILSS</b>	Comité permanent Inter-Etats de Lutte contre la Sécheresse au Sahel <i>Permanent Interstate committee for drought control in the sahel.</i>
<b>EDR</b>	Energie pour le Développement Rural.

PRÉAMBULE

## PRÉAMBULE

L'Ecole Inter-Etats d'Ingénieurs de l'Equipement Rural(E.I.E.R) est une institution qui regroupe 14 Etats d'Afrique de l'ouest et du centre. Elle comprend deux cycles de formation:

- la formation initiale d'ingénieurs du Génie rural dont les domaines de compétence sont la mise en valeur des ressources hydrauliques, les aménagements hydro-agricoles, l'alimentation en eau potable, l'assainissement, le bâtiment, la voirie, les infrastructures agro-alimentaires;

- les formations post-universitaires de spécialisation: Génie sanitaire, Informatique appliquée aux Sciences de l'eau, Mobilisation des Ressources en Eau, Hydraulique Agricole, Génie Energétique et Froid Industriel.

L'école organise des sessions de formation continue et réalise également des activités de recherche et d'ingénierie.

La formation initiale d'une durée de trois ans, se termine par un mémoire de fin d'études qui vise à familiariser l'élève à l'exercice de la profession d'ingénieur en mettant l'accent sur le travail personnel.

Le thème de ce mémoire est:

*«Etude comparative du bilan hydrologique de quelques petits barrages sur un transect N-S du Burkina Faso».*

Celui-ci a été proposé par l'Institut français de recherche scientifique pour le développement en coopération communément appelé ORSTOM. Il s'agit d'un établissement public à caractère scientifique et technologique, placé sous la tutelle des ministères chargés de la recherche et de la coopération. Il participe à la réalisation de programmes de recherche en partenariat dans la zone intertropicale, dans une perspective de développement durable. Ces programmes de recherche, menés par différents départements, relèvent des disciplines suivantes:

- sciences de la terre: hydrologie, pédologie, géologie;
- sciences végétales: agronomie, écologie;
- sciences médicales: nutrition, parasitologie;
- sciences humaines: économie, démographie, sociologie;
- sciences de l'ingénieur et de la communication.

C'est au sein du département "Ressources, environnement, développement" et plus précisément dans l'unité de recherche "*Dynamique et usages des ressources en eau et des milieux aquatiques*" que nous avons effectué notre stage du 15 Mars au 31 Mai 1998 sous la direction de Monsieur Alain CASENAVE, chercheur à l'ORSTOM.

## RÉSUMÉ

Toutes les données de l'étude ont été recueillies pour l'essentiel, à la Direction de l'Inventaire des Ressources Hydrauliques et à la météorologie nationale.

Après un rappel du principe de l'étude du bilan hydrologique d'une retenue, nous avons procédé à la présentation des sites choisis (milieu physique, caractéristiques techniques des barrages...).

Ensuite, le calcul du bilan hydrologique des barrages nous a permis d'évaluer les volumes d'écoulement de leurs bassins versants respectifs et les pertes par évaporation au niveau des réservoirs.

L'étude a été faite sur quelques années seulement (quatre à sept ans) pour tous les barrages et cela est lié à la disponibilité des données surtout les relevés des variations journalières du plan d'eau.

L'étude comparative qui fait suite aux bilans, nous a permis d'abord de connaître l'ampleur du phénomène d'évaporation selon les régions. Ensuite à travers les coefficients d'écoulement nous avons évalué les potentialités hydrauliques des différents bassins versants en terme d'apport.

## INTRODUCTION

### *Problématique*

Le Burkina Faso est un pays du Sahel dont l'économie repose essentiellement sur les activités agricoles. Face à la croissance démographique, les cultures pluviales, souvent affectées par les aléas climatiques (pluviométrie insuffisante et mal répartie), ne sont plus à même d'assurer une sécurité alimentaire durable.

L'irrigation est apparue comme une réponse à ce problème crucial.

C'est ainsi que le Burkina Faso a initié ces dernières décennies, un vaste programme d'aménagements hydro-agricoles utilisant les eaux de ruissellement de petits bassins versants. Un millier de petits barrages se répartissent aujourd'hui sur l'ensemble du territoire burkinabé et permettent de stocker une quantité d'eau allant de quelques milliers à quelques millions de mètres cubes (m<sup>3</sup>).

Une confrontation entre les potentialités des bassins versants aménagés ou à aménager et les différentes sollicitations est nécessaire pour une meilleure exploitation.

### *Objectifs de l'étude*

Notre étude vise d'abord, à partir du bilan hydrologique de quelques barrages répartis dans différentes régions géographiques et climatiques, à évaluer les écoulements des bassins versants et les pertes par évaporation au niveau des retenues. Ensuite il s'agira de comparer les différentes zones par rapport à ces deux paramètres.

### *Méthodologie*

Nous avons commencé d'abord par la collecte des données hydroclimatiques des retenues (variations journalières du plan d'eau, hauteurs de pluie, évaporation...). Après une présentation des barrages et de leur zone de localisation (caractéristiques techniques, milieu physique...), nous avons établi leur bilan hydrologique puis procédé à une étude comparative des résultats obtenus.

**PRINCIPE DE L'ÉTUDE DU BILAN  
HYDROLOGIQUE D'UN BARRAGE**  
(1<sup>ère</sup> partie)

## I. PRINCIPE DE L'ETUDE DU BILAN HYDROLOGIQUE D'UN BARRAGE

### I.1 FORMULATION PRATIQUE

Sur un intervalle de temps donné  $dt$ , l'équation générale du bilan hydrique d'une retenue découle de l'application du principe de la conservation des volumes d'eau. Elle s'écrit sous sa forme la plus complète:

$$dV = (Vec + Vp) - (Vev + Vid + Vif + Vd + Vpr)$$

avec durant l'intervalle de temps  $dt$ :

- $dV$  la variation du stock d'eau dans la retenue;
- $Vec$  les apports du ruissellement;
- $Vp$  les apports dus aux précipitations tombant directement sur la retenue;
- $Vev$  le volume d'eau évaporé;
- $Vid$  les pertes par infiltration à hauteur du barrage;
- $Vif$  les pertes par infiltration dans le fond de la retenue;
- $Vd$  le volume d'eau sortant de la retenue par déversement;
- $Vpr$  le volume d'eau prélevé pour divers usages (irrigation, alimentation en eau des populations et du bétail, etc...).

### I.2 ESTIMATION DES DIFFERENTS PARAMETRES

#### I.2.1 Les écoulements ( $Vec$ )

L'estimation des écoulements sur le bassin versant alimentant une retenue résulte de l'équation précédente, écrite sous la forme:

$$Vec = dV - Vp + Vev + Vid + Vif + Vd + Vpr$$

En théorie,  $Vec$  inclut également les apports souterrains alimentant directement la retenue. Toutefois, dans la grande majorité des cas, le contexte physique caractérisant les retenues artificielles, particulièrement en milieu sahélien et tropical sec, n'est pas propice à un drainage souterrain significatif.

Pour assurer l'estimation de  $Vec$  avec une précision suffisante, certaines conditions doivent être satisfaites à savoir:

- présence d'une station limnimétrique permettant de suivre les variations du plan d'eau dans le temps;

- existence de courbes de capacité (hauteur - surface - volume) suffisamment précises donnant les volumes et les surfaces en fonction du plan d'eau. Généralement, les ouvrages d'une certaine importance font l'objet, dans le cadre des travaux d'aménagement, de relevés topographiques qui permettent d'établir ces courbes;
- présence d'un déversoir, évacuateur de crues, garantissant un étalonnage satisfaisant;
- présence d'un pluviomètre à lecture régulière proche de la retenue, de préférence au droit du barrage;
- présence souhaitable d'un bac évaporatoire à proximité du site;
- contrôle des différents prélèvements effectués à diverses fins;

### 1.2.2 Les déversements (Vd)

Les débits déversés sont généralement contrôlés par un ouvrage d'évacuation, constitué essentiellement d'un déversoir. Un système bien conçu devrait permettre un écoulement dénoyé, quel que soit le débit transitant (on considère qu'il en est ainsi lorsque le niveau d'eau amont  $h_1$  n'est pas influencé par le niveau aval  $h_2$ , c'est à dire tant que  $h_2 < 0.82 * h_1$ ). Si les caractéristiques du déversoir sont connues, le débit dépend alors uniquement de la charge amont, contrôlée par la station limnimétrique installée dans la retenue. Pour cela, la hauteur à l'échelle limnimétrique correspondant à la cote du déversoir doit être connue avec précision. Dans le cas d'un écoulement noyé, il est nécessaire de connaître le niveau aval au dessus du déversoir. Mais dans tous les cas, il y a grand intérêt à choisir des retenues dont la fréquence des débordements est faible.

Parmi les déversoirs les plus couramment utilisés, on peut citer les déversoirs linéaires à seuil épais (c'est le cas des déversoirs de type radier routier), les déversoirs à seuil déversant (cas des déversoirs type Craeger) et les déversoirs circulaires (cas des tulipes ou puits).

### 1.2.3 Les apports pluviométriques (Vp)

L'installation d'un pluviomètre à proximité du barrage permet d'obtenir les relevés des hauteurs de pluie tombée.

### 1.2.4 Les prélèvements (Vpr)

L'estimation des volumes d'eau prélevés repose sur la mesure de deux grandeurs: le débit des divers prélèvements (pompage, gravitaire) et leurs durées respectives. On néglige les prélèvements du bétail. Des moyens indirects d'évaluation peuvent être également utilisés comme par exemple la quantité de carburant

consommée par les pompes, les factures d'énergie électrique, les volumes d'eau traités dans une station de distribution d'eau potable etc...

### 1.2.5 Le volume d'eau évaporé (Vev)

Les mesures effectuées sur bac évaporatoire (bac classe A ou bac Colorado) pourront être utilisées en leur appliquant un coefficient correcteur k (voir ANNEXE II). Nous précisons que cette carte ( en ANNEXE II) est tirée du livre de J.P BRUNEL: *Évaporation des nappes d'eau libre en Afrique sahélienne et tropicale.*

### 1.2.6 Les volumes d'eau infiltrés (Vif+Vid)

Les pertes par infiltration sont de deux types: les pertes dans le barrage dus à un défaut d'étanchéité et les pertes dans le bassin hydraulique liées à la nature des sols. Les barrages bien construits sont suffisamment étanches pour que les fuites puissent être négligées.

Les pertes par infiltration dans la retenue sont difficiles à apprécier, mais fort heureusement, les apports de matières fines colmatent le fonds de la retenue, le rendant presque imperméable après quelques années.

## II. DÉFINITION DU TRANSECT À ÉTUDIER

Le calcul du bilan hydrique présente quelques contraintes liées à l'estimation de certains paramètres de l'équation du bilan. Le choix des retenues à étudier est donc très important.

Les retenues les plus intéressantes sont celles bénéficiant d'un minimum d'équipements et d'observations, présentant une capacité de stockage suffisante eu égard aux apports (fréquence de débordement faible) et dont la mise en eau date de plusieurs années. Cette dernière condition est, de plus, souvent la garantie d'un minimum de pertes par infiltration, terme du bilan hydrique le plus difficile à appréhender.

Nous avons, au niveau du service hydrologique du ministère de l'environnement et de l'eau, identifié les barrages qui sont suivis et sur lesquels il existe suffisamment de données nécessaires au calcul d'un bilan hydrologique (relevés des hauteurs d'eau journalières, courbes de capacité, caractéristiques des déversoirs etc...).

Enfin les retenues ont été choisies de manière à couvrir les trois régions climatiques du Burkina Faso: c'est ainsi que le barrage de *Tougou* à Ouahigouya au nord du pays, les barrages de *Loumbila* et *Mogtédo* dans la région de Ouagadougou au centre, et le barrage de *Moussodougou* dans la région de Banfora au sud-ouest ont été retenus.

Mais il faut surtout noter que la disponibilité des données est l'élément fondamental dans le choix des sites à étudier.

**PRÉSENTATION DES BARRAGES**

**RETENUS**  
**(2<sup>ème</sup> partie)**

### **III. PRÉSENTATION DES BARRAGES RETENUS**

Nous présentons en ANNEXE I la localisation des sites étudiés.

#### **III.1 BARRAGE DE TOUGOU**

##### **III-1-1 Situation géographique**

Le barrage de Tougou, situé à environ 5 km de la ville de Ouahigouya, est à la longitude 02°12' 51 Ouest et à la latitude 13°40' 50 Nord. Le site du barrage de Tougou se trouve dans le village de Tougou (département de Ouahigouya dans la province du Yatenga). Il a été implanté dans la route Ouahigouya-Djibo et fonctionne comme un barrage routier. Il a été construit en 1962 pour capter les eaux de ruissellement sur un bassin versant de 450 km<sup>2</sup> appartenant au grand bassin du Nakambé (ex Volta blanche). D'une capacité de 4.25Mm<sup>3</sup>, il a été conçu pour l'AEP (approvisionnement en eau potable) des villages de Tougou, Sologom et Faougodo, pour l'irrigation et les besoins pastoraux. Actuellement le barrage est exploité pour l'irrigation de 9.5 ha de riz en cultures hivernales et 9 ha de maïs en cultures de contre-saison.

##### **III-1-2 Milieu physique**

###### **III-1-2-1 Climat**

Le climat est caractérisé par des températures minimales variant de 15 à 20°C et des températures maximales variant de 33 à 40°C avec un minimum en Janvier et en Août et un maximum en Avril et Mai. La pluviométrie moyenne est de 550 mm. Cependant, la faible pluviométrie n'exclut pas de fortes pluies qui entraînent une dégradation de la surface des sols et des ruissellements d'autant plus importants que les sols sont nus.

###### **III-1-2-2 Géomorphologie**

Les types de relief rencontrés marquent le passage vers le Sahel. A l'Est et jusqu'au centre, on rencontre une association de collines et de plateaux cuirassés. Au Sud, les interfluves peu élevés sont séparés par de larges vallées dont les versants cuirassés plongent vers les talwegs sous un recouvrement colluvio - alluvial. A l'Ouest, le modelé est constitué d'une juxtaposition de mamelons qui s'aplanissent progressivement pour ne plus former qu'une plaine faiblement ondulée. Le réseau hydrographique y est à peine perceptible •

### III-1-2-3 Les sols

La zone présente une unité pédologique de sols qui s'organisent comme suit:

- Sur les plateaux les lithosols, prédominant, correspondant à des cuirasses dénudées recouvertes d'une couche de débris provenant de leur démantèlement en surface.
- En hauteur des versants, les sols ferrugineux gravillonnaires.
- Dans les bas-fonds apparaissent les sols hydromorphes argilo-sableux.

### III-1-2-4 Végétation

La savane arbustive et herbacée, qui prédomine dans la zone (64% du couvert) comprend une strate ligneuse à dominance Combretum micrantum et Guiera sénégalsensis. La savane arborée se présente en tâches sombres dans les bas-fonds entrecoupée de cultures. Les espèces qu'on y rencontre sont Khaya sénégalsensis, Tamarindus indica et ficus sous lesquelles se développent une strate arbustive parfois dense à Guiera et Boscia sénégalsensis.

### III-1-3 Caractéristiques techniques

Le barrage est de type radier routier en terre homogène présentant les caractéristiques suivantes:

#### III-1-3-1 Digue

- Longueur 800m;
- Largeur en crête 7m;
- Pente amont = pente aval 1V 2H;
- Revanche conseillée 0.99M

#### III-1-3-2 Déversoir

- Type radier routier;
- Longueur partie horizontale du radier 64.80m;
- Largeur de la crête déversante 6.75m;
- Cote du seuil de déversement 314.20 Hauteur à l'échelle 3.28m.

#### III-1-3-3 Courbes caractéristiques de la retenue

Nous présentons en ANNEXES IV-1 et IV-2 Les courbes Hauteur-surface et Hauteur-Volume ainsi que les courbes de tendance ayant permis de déterminer leurs équations approximatives.

Le tableau suivant présente les données ayant permis de tracer ces courbes:

-Courbes hauteur-volume-surface

Cote	311.00	312.00	312.50	313.00	313.50	314.00	314.20	314.50	315.00
Hauteur à l'échelle(m)	0.08	1.08	1.58	2.08	2.58	3.08	3.28 (PEN)	3.58	4.08
S(ha)	9	32	51	153	250	377	460	574	778
V(Mm <sup>3</sup> )	0.00	0.23	0.34	0.85	1.86	3.42	4.25 (PEN)	5.80	9.18

PEN signifie Plan d'Eau Normal.

Le zéro de l'échelle est à la cote 310.92.

### III-1-3-4 Calibration du déversoir

Le déversoir étant un radier routier, peut donc être considéré comme un seuil épais, d'épaisseur égale à sa largeur en crête. Par suite le débit pouvant y transiter lors d'une submersion peut être évalué en utilisant la formule du déversoir à seuil épais:

$$Q = C \cdot (2 \cdot g)^{1/2} \cdot b \cdot h_1^{3/2}$$

où: Q est le débit, en m<sup>3</sup>/s;

b est la longueur déversante en m;

h<sub>1</sub> est la charge au dessus du déversoir;

g est l'accélération de la pesanteur, égale à 9.81m/s<sup>2</sup>

C est le coefficient de débit qui dépend notamment de l'épaisseur l du déversoir par rapport à la charge h<sub>1</sub>, et de la forme de la crête (vive ou arrondie).

Les résultats de la calibration recueillis auprès de la DIRH sont présentés dans le tableau suivant:

Tableau de calibration du déversoir de Tougou

H	3.28	3.29	3.30	3.31	3.32	3.33	3.34	3.35	3.36
h <sub>1</sub>	0.00	0.01	0.02	0.03	0.04	0.05	0.06	0.07	0.08
Q	0	0.09	0.25	0.47	0.72	1.01	1.33	1.69	2.08

Suite

H	3.37	3.38	3.39	3.40	3.41	3.42	3.43	3.48	3.53	3.58
$h_1$	0.09	0.10	0.11	0.12	0.13	0.14	0.15	0.20	0.25	0.30
Q	2.49	2.93	3.39	3.87	4.38	4.92	5.47	8.55	12.1	16.1

H est la hauteur à l'échelle en m;

$h_1$  est la charge sur le déversoir en m;

Q est le débit en  $m^3/s$ .

**III-1-4 Données disponibles****III-1-4-1 Hydrométrie**

La station du barrage de Tougou est équipée d'un limnigraphe et des échelles limnimétriques. Le barrage est suivi depuis 1982, mais pas toujours de façon régulière comme c'est le cas de bon nombre de stations hydrométriques. Les périodes sur lesquelles nous disposons de relevés de hauteurs d'eau journalières sont précisées dans le tableau suivant:

Année	Données disponibles
1990	Année complète
1991	Janvier à Avril et Juin à Décembre
1992	16 Juillet au 1 <sup>er</sup> Novembre
1993	Néant(aucune donnée)
1994	Année complète
1995	Janvier et Juin à Décembre
1996	Janvier à Mai et Juillet à Décembre
1997	Année complète

**NB:** Pour une année complète, toutes les hauteurs d'eau journalières sont connues.

**III-1-4-2 Pluviométrie**

La pluviométrie est celle de la station de Ouahigouya située à environ 5 km de Tougou car au droit du barrage il n'y a pas de données disponibles.. Pour le calcul du bilan au pas de temps journalier, nous avons recueilli la pluviométrie journalière. Mais nous présentons ici la pluviométrie mensuelle de 1986 à 1997:

Tableau III-1: Hauteur des pluies mensuelles (en mm) à Ouahigouya.

	Janv	Fév	Mars	Avril	Mai	Juin	Juill	Août	Sept	Octo	Nov	Déc
1986				1.2	39.8	101	127.8	171.7	140.9	8.1		
1987						123.9	105.7	99.6	131.1	6.1		
1988				43.2		9.2	206.2	294	153.6	0.9		
1989					34.2	25.1	147	311.2	61	33.5		
1990				2.6	19.9	23.7	154.2	97.4	75.8	29.5		
1991				1	64.9	159.4	82.7	229.7	105.9	35.9		
1992					28.1	75.3	183.9	255	135.2	5.6	30.2	
1993			0.5		7.2	123.4	183.1	185	65	39		
1994			3.8	0.7	62	109.2	199.7	281.4	173.3	134.6		
1995				35.8	20.9	144.3	76	193.1	130.4	12.7		
1996				9.4	34.3	35.9	156.2	287.3	191.9	15.4		
1997				4.7	28.7	120.7	162.8	163.7	87	34		

#### III-1-4-3 Evaporation

Les données disponibles sur l'évaporation sont celles mesurées sur bac évaporatoire à la station de Ouahigouya de 1980 à 1994 (voir ANNEXE VII-I). Ce sont des relevés mensuels auxquels il faut appliquer un coefficient de transposition  $k$  pour obtenir la valeur de l'évaporation sur le plan d'eau du lac; pour Ouahigouya  $k$  vaut 0.70, valeur lue sur la carte (en ANNEXE II) donnant la valeur de  $k$  selon les régions.

#### III-1-4-4 Prélèvements

Compte tenu de la taille des exploitations agricoles qui avoisinent la retenue et d'autre part des prélèvements pastoraux qui ne peuvent être connus, nous négligerons ce terme du bilan devant toutes les erreurs que l'on peut commettre sur les autres termes.

#### Conclusion

Pour le barrage de Tougou, nous effectuerons un bilan journalier en 1990, 1994, 1996 et 1997 et un bilan mensuel en 1991, 1992 et 1995.

### III.2 BARRAGE DE LOUMBILA

#### III.2.1 Situation géographique

A la longitude 01°24'07 Ouest et à la latitude 12°29'35 Nord, le barrage de Loumbila est situé au PK 20 sur la route Ouagadougou - Kaya, dans la province du Kadiogo. Construit en 1965, il a une capacité de 36Mm<sup>3</sup>. Son bassin versant couvre une superficie de 2120 km<sup>2</sup>. Ce barrage est principalement exploité par l'ONEA pour l'approvisionnement en eau potable de la ville de Ouagadougou.

#### III.2.2 Milieu physique

##### III-2-2-1 Climat

La pluviométrie de la zone de Ouagadougou se situe entre les isohyètes 750 et 900 mm. On distingue une saison sèche froide de Décembre à mi - Février et une saison sèche chaude de mi - Février à Mai. La période humide qui va de Juin à Septembre est caractérisée par une baisse de température par rapport à la saison sèche chaude .

##### III-2-2-2 Le modelé

La zone fait partie du plateau central ou plateau mossi. Les principaux éléments de cet ensemble sont:

- les sommets, qui sont constitués de quelques buttes recouvertes de cuirasses ferrugineuses et dont l'altitude moyenne est de 300m;
- les vallées, drainées une partie de l'année durant l'hivernage;
- les glacis.

##### III-2-2-3 les sols

Les sols généralement rencontrés sont:

- les sols ferrugineux lessivés avec une texture argilo-sableuse;
- les sols minéraux bruts correspondant aux cuirasses en affleurement;
- les sols hydromorphes qui se localisent aux abords des marigots.

Dans l'ensemble, ces sols sont peu perméables et favorisent le ruissellement en surface des eaux pluviales.

##### III-2-2-4 Végétation

C'est la zone de transition entre la savane arborée et la savane arbustive. L'étage arbustif est constitué des espèces comme *Parkia biglobosa*, *Butyrospermum*

parkii, Sclérocarya birrea, Borassus aethiopum, Khaya sénégalis... Le tapis herbacé est dominé par Loudécia togoensis, Andropogon gayanus, etc...

### III.2.3 Caractéristiques techniques

#### III-2-3-1 Digue

La digue est en terre homogène.

#### III-2-3-2 Déversoirs

Le barrage de Loumbila possède deux déversoirs dont le premier est de type Tulipe en U, le second étant latéral avec profil CRAEGER.

##### i- Déversoir n°1 de type Tulipe en U

- Longueur déversante	67m;		
- largeur de la crête déversante	0.16m;		
- cote du seuil de déversement	278.39	Hauteur à l'échelle	643 cm.

**NB:** Le zéro de l'échelle est à la cote **271.96**

##### ii- Déversoir n°2 latéral avec profil Craeger

- Longueur déversante	229.10m;		
- largeur de la crête déversante	0.50m;		
- cote du seuil de déversement	278.76	Hauteur à l'échelle	680 cm.

#### III-2-3-3 Calibration des déversoirs

##### i- Déversoir n°1 Tulipe en U:

sa longueur déversante étant connue, le débit y transitant est alors donné par la relation suivante:

$$Q = C * (2.g)^{1/2} * l * h^{3/2}$$

(Voir déversoir linéaire en III-1)

##### ii- Déversoir (n°2) à seuil déversant avec profil Craeger

En fonctionnement dénoyé, le débit est donné par la relation suivante:

$$Q = C * (2.g)^{1/2} * b * h^{3/2}$$

h1 étant la charge sur le déversoir, en mètres, utilisée dans le calcul du profil.

Les résultats de la calibration des deux déversoirs, recueillis au niveau de la DIRH, sont présentés dans les tableaux suivants:

Tableau de calibration des déversoirs de Loumbila

H(cm)	643	644	645	646	647	648	649	650	651	652	653
Q(m <sup>3</sup> /s)	0	0.034	0.275	0.51	0.81	1.14	1.52	1.95	2.42	2.93	3.48

*Suite*

H(cm)	654	655	656	657	658	663	668	673	678	683	688	693
Q(m <sup>3</sup> /s)	4.07	4.68	5.33	6.01	6.73	10.81	15.68	21.29	27.63	36.57	52.06	72.71

H est la hauteur à l'échelle et Q le débit total déversé.

**NB:** A partir de la hauteur **H = 680 cm**, le déversoir n°2 entre en service.

**III-2-3-4 Courbes caractéristiques** ( en ANNEXE VI-1 et VI-2).

Dans les tableaux suivants, nous présentons les données permettant de tracer les courbes hauteur-volume et hauteur-surface de la retenue.

Cote IGN	273.96	274.00	274.46	374.96	275.46	275.62	275.96
H (cm )	200	204	250	300	350	369	400
Vol(Mm <sup>3</sup> )	0.95	1.00	2.10	4.00	6.00	7.00	9.40
S( ha )	150.7	162.7	300.1	400.4	512.4	568.6	660.3

*Suite*

Cote IGN	276.46	276.96	277.46	277.96	278.02	278.20	278.39
H (cm )	450	500	550	600	606	624	643
Vol(Mm <sup>3</sup> )	12.50	17.50	22.00	30.00	32.32	35.00	36.00
S( ha )	790.2	970.7	1110.9	1515.0	1563.6	1709.2	1800.6

H désigne la hauteur à l'échelle.

**III-2-4 Données disponibles**

**III-2-4-1 Hydrométrie**

La station du barrage de Loumbila est équipée d'une batterie d'échelles suivie par les services hydrologiques de la DIRH. Pour ce barrage nous disposons de relevés

de hauteurs d'eau journalières sur la période allant de 1988 à 1997, toutes des années complètes.

### III-2-4-2 Pluviométrie

A défaut d'avoir les relevés pluviométriques d'une station très proche du barrage, nous avons retenu ceux de la station de Ouagadougou dont nous présentons ici les données mensuelles de 1988 à 1997:

**Tableau III-2:** Hauteur des pluies mensuelles à Ouagadougou

	Janv	Fév	Mars	Avril	Mai	Juin	Juill	Août	Sept	Octo	Nov	Déc
1988				79.9	68.8	65.6	161.9	263.8	88.7	6.2		
1989			5.5		35.7	55.3	233.5	305.3	112.4	48.4		
1990				15.3	112.3	81.9	162.2	196.6	103.8	3.8		
1991			0.4	65.8	235.3	95.1	158.1	248.7	47.9	49.4		
1992				51.9	12.9	79.4	246.7	244.7	51.0	4.9	7.2	
1993			9.4	25.7	8.4	128.8	226.2	195.8	97.8	58.5		
1994			1.7	1.0	14.2	108.4	130.5	296.3	110.8	64.9		
1995				9.6	50.3	114.3	118.3	258.2	136.0	13.1	0.4	
1996				22.6	45.8	40.1	129.1	193.0	223.9	22.9		
1997			49.2	58.0	51.6	66.4	111.3	154.9	48.0	48.1		

### III-2-4-3 Evaporation

Les données dont nous disposons sont celles mesurées sur bac évaporatoire à Ouagadougou (voir ANNEXE VII-III). Le coefficient de transposition  $k$  est égal à 0.90 (voir ANNEXE II). L'évaporation sur le plan d'eau du barrage sera alors évaluée par la formule:

$$\text{Évaporation (barrage)} = k * \text{Évaporation (bac)}.$$

### III-2-4-4 Les prélèvements

Les prélèvements dans le barrage de Loubila sont essentiellement ceux de l'ONEA. Mais il faut y ajouter ceux de la société burkinabé de brasserie à hauteur de 1000 m<sup>3</sup>/jour et enfin les besoins agricoles d'un périmètre maraîcher d'environ 30 ha, soit 30.000 m<sup>3</sup>/mois de Février à Mai. Cependant, ce périmètre n'est plus exploité depuis 1993.

Pour le calcul du bilan au pas de temps journalier, nous disposons des prélèvements journaliers de l'ONEA de 1992 à 1995, ainsi que les prélèvements mensuels des années 1991, 1996, et 1997.

Nous résumons ici les prélèvements mensuels (intégrant l'ensemble des volumes soutirés) de 1991 à 1997

### **Tableau III-3: Prélèvements mensuels à Loubila**

**NB:** Les valeurs du tableau sont données en Mm<sup>3</sup>.

	Janv	Fév	Mars	Avril	Mai	Juin	Juill	Août	Sept	Oct	Nov	Déc
1991	0.779	0.822	0.696	0.854	0.79	0.78	0.661	0.688	0.716	0.706	0.782	0.857
1992	0.82	0.75	0.72	0.65	0.69	0.58	0.87	0.63	0.72	0.76	0.74	0.78
1993	0.809	0.74	0.78	0.781	0.805	0.739	0.799	0.695	0.67	0.731	0.67	0.753
1994	0.777	0.739	0.808	0.803	0.798	0.694	0.721	0.674	0.875	0.739	0.714	0.774
1995	0.772	0.703	0.736	0.786	0.802	0.778	0.721	0.711	0.676	0.691	0.644	0.649
1996	0.847	0.764	0.78	0.822	0.782	0.679	0.782	0.786	0.769	0.753	0.79	0.83
1997	0.789	0.756	0.815	0.772	0.765	0.875	0.643	0.604	0.661	0.589	0.485	0.536

### **Conclusion**

Nous ferons pour le barrage de Loubila un bilan hydrologique journalier pour les années 1992, 1993, 1994, 1995 et un bilan mensuel pour les années 1991, 1996 et 1997.

## **III-3 BARRAGE DE MOGTEDO**

### **III-3-1 Situation géographique**

Le barrage se situe dans le village de Mogtédou (à environ 80 km de Ouagadougou sur la route Ouaga-Fada) dans la province du Ganzourgou, à la longitude 00°50'30 Ouest et à la latitude 12°18' Nord. Il a été construit en 1963 pour capter les eaux d'un bassin versant de 492 km<sup>2</sup> de superficie.

D'une capacité de 6.37 Mm<sup>3</sup>, ce barrage est essentiellement utilisé pour l'agriculture et pour abreuver le bétail en transhumance.

### III-3-2 Milieu physique

(voir Milieu physique - barrage de Loumbila, les deux barrages étant dans la même zone)

### III-3-3 Caractéristiques techniques

#### III-3-3-1 Digue

- Longueur	2800 m
- Largeur en crête	4.20 m
- Pente amont = pente aval	1V 2H
- Revanche conseillée	1.15m

#### III-3-3-2 Déversoir

Il est de type Craeger, avec:

- Longueur déversante	600 m	
- Largeur de la crête déversante	0.40 m	
- Cote du seuil de déversement	276.00	Hauteur à l'échelle 2.80 m.

**NB:** Le zéro de l'échelle est à la cote **273.20**.

#### III-3-3-3 Courbes caractéristiques

Les courbes Hauteur-Surface et Hauteur-Volume de la retenue sont présentées respectivement en ANNEXES III-1 et III-2.

Le tableau suivant présente les données ayant permis de tracer ces courbes:

Cote	272.37	273.02	273.52	274.02	274.52	275.02	276.00	276.02
Hauteur à l'échelle(m)	-0.83	-0.18	0.32	0.82	1.32	1.82	2.80 (PEN)	2.82
S( ha )	0.00	22	93	179	240	278	312	325
V (Mm3)	0.00	0.07	0.35	1.03	2.08	3.38	6.37 (PEN)	6.56

**PEN** signifie Plan d'Eau Normal

#### III-3-3-4 Calibration du déversoir

La formule utilisée pour évaluer le débit passant sur ce type de déversoir lors d'une submersion a déjà été rappelée dans les paragraphes précédents.

Nous présentons dans les tableaux suivants, les résultats de la calibration recueillis auprès de la DIRH;

H(cm)	280	281	282	283	284	285	286	287
h(m)	0.00	0.01	0.02	0.03	0.04	0.05	0.06	0.07
Q(m <sup>3</sup> /s)	0.00	0.878	2.578	4.893	7.752	11.112	14.94	19.207

*Suite*

H(cm)	288	289	290	291	292	293	294	295
h(m)	0.08	0.09	0.10	0.11	0.12	0.13	0.14	0.15
Q(m <sup>3</sup> /s)	23.89	28.977	34.446	40.289	46.501	53.081	60.036	67.377

H est la hauteur à l'échelle;

h est la charge sur le déversoir;

Q est le débit en m<sup>3</sup>/s.

### III-3-4 Données disponibles

#### III-3-4-1 Hydrométrie

La station du barrage de Mogtédou est équipée d'échelles limnimétriques installées en 1965 puis reprises en 1983. Nous précisons dans le tableau suivant, les périodes sur lesquelles nous disposons de relevés de hauteurs d'eau journalières entre 1987 et 1997.

Année	Données disponibles
1987	Année complète
1988	Année complète
1989	Année complète
1990	Année complète
1991	Janvier et Février
1992, 93, 94	Néant(aucune donnée)
1995	Année complète
1996	Année complète
1997	Janvier à Juillet

#### III-3-4-2 Pluviométrie

Nous disposons de la pluviométrie de Mogtédou de 1992 à 1995 ainsi que la pluviométrie de Zorgho (situé à 23 km) de 1988 à 1997.

Ainsi, nous ferons une corrélation entre la pluviométrie mensuelle de Mogtéo et celle de Zorgho pour les années 1992, 1993, 1994 et 1995 afin de reconstituer les données manquantes à Mogtéo pour les années 1988, 1989, 1990 et 1996, car dans le paragraphe précédent, nous avons précisé qu'il n'y a pas de relevés de hauteurs d'eau pour les années 1992, 1993 et 1994 à Mogtéo.

Il faut noter qu'une corrélation au niveau journalier est difficile voir impossible.

Dans les tableaux suivants, nous présentons les relevés pluviométriques mensuels de Mogtéo et de Zorgho.

**Tableau III-4:** Hauteur des pluies mensuelles à la station de Mogtéo.

*NB: les valeurs du tableau sont en mm.*

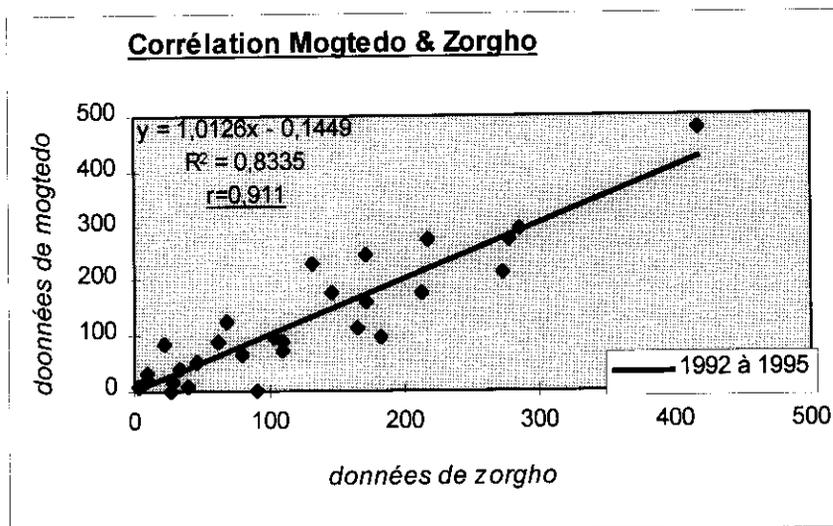
	Janv	Fév	Mars	Avril	Mai	Juin	Juill	Août	Sept	Oct	Nov	Déc
1992				17.6	96.2	88.7	274.8	247	71.8			
1993				7.2		160.4	229.2	178.6	111.7	52.8		
1994			31.4	20.8	40.9	126.9	212.4	477.2	275.2	88.7		
1995				9.2	82.7	63.9	177.5	295.2	97			

**Tableau III-5:** Hauteur des pluies mensuelles à la Station de Zorgho

*NB: les valeurs du tableau sont en mm.*

	Janv	Fév	Mars	Avril	Mai	Juin	Juill	Août	Sept	Oct	Nov	Déc
1992				27.8	182.1	62.5	217.0	172.1	110.1	27.4	2.4	
1993				2.9		170.8	131.3	213.3	164.8	46.3		
1994			9.8	9.5	34.1	69.0	273.7	417.6	277.8	109.1		
1995				39.3	21.9	79.6	146.3	285.5	103.6	89.8		

Ces données nous permettent d'avoir la corrélation présentée sur le graphique suivant:



Les données de Mogtédou ainsi reconstituées sont présentées dans la tableau suivant:

**Tableau III-6:** Pluies mensuelles reconstituée de Mogtédou

*NB: les valeurs du tableau sont en mm.*

	Mars	Avril	Mai	Juin	Juill	Août	Sept	Octo
Zorgho-1988	2.1	51.5	60.9	130	159.9	307	55.3	6.6
Mogtédou-1988	2.0	52.0	61.5	131.3	161.8	310.3	55.9	6.5
Zorgho-1989			6.3	83.3	155.2	250	138.2	
Mogtédou-1989			6.2	84.2	157.0	252.9	139.8	
Zorgho-1990		17.7	71.2	99.7	57.9	215	79.7	
Mogtédou-1990		17.8	72.0	100.8	58.5	217.1	80.6	
Zorgho-1996		10.1	105.5	84.4	143.7	194	98.9	17
Mogtédou-1996		10.1	106.7	85.3	145.4	196.2	100.0	17.4

**III-3-4-3 Evaporation**

Comme dans le cas du barrage de Loumbila, nous utiliserons les données de la station de Ouagadougou, avec également un coefficient de transposition k égal à 0.90.

**III-3-4-4 Prélèvements**

Le barrage de Mogtédou est exploité pour l'irrigation de 110 ha de riz en culture hivernale et 63 ha de haricot vert en culture de contre-saison.

Le projet EDR qui a étudié la possibilité d'alimentation en eau potable de certains villages avoisinant des barrages à partir de ces derniers, estime les prélèvements agricoles à Mogtédou à  $0.81 \text{ Mm}^3$  par an. Nous allons supposer que 70% de ces prélèvements, soit  $0.567 \text{ Mm}^3$ , se répartissent uniformément d'Octobre à Mai, et que les 30%, soit  $0.243 \text{ Mm}^3$  se répartissent de Juin à Septembre.

Les prélèvements seront donc de  $0.070 \text{ Mm}^3$  par mois d'Octobre à Mai et de  $0.060 \text{ Mm}^3$  par mois de Juin à Septembre.

### **Conclusion:**

Pour ce barrage, nous ferons un bilan hydrologique mensuel pour les années 1988, 1989, 1990, 1995 et 1996.

## **III-4 BARRAGE DE MOUSSODOUGOU**

### **III-4-1 Situation géographique**

Construit en 1991, le barrage de Moussodougou est situé à la longitude  $4^{\circ}55'$  Ouest et à la latitude  $10^{\circ}46'$  Nord (voir ANNEXE I.). Son bassin versant, inclus dans celui de la Comoé, couvre une superficie de  $560 \text{ km}^2$ .

D'une capacité de  $38.5 \text{ Mm}^3$ , ce barrage est utilisé pour l'irrigation des champs de cannes à sucre, le périmètre rizicole de Karfiguéla, l'alimentation en eau potable de la ville de Banfora et le maraîchage.

### **III-4-2 Milieu physique**

#### **III-4-2-1 Climat**

Le climat est caractérisé par une pluviométrie moyenne interannuelle de 1050 mm.

#### **III-4-2-2 Géomorphologie**

La zone d'étude présente un relief accidenté contrairement au reste du Burkina Faso dominé par une vaste plaine centrale qui occupe environ 85% de la superficie du pays.

Les falaises gréseuses en bordure des formations sédimentaires à Banfora domine la région avec une altitude atteignant 600 m. C'est au versant de ce massif gréseux que la Comoé et le Mouhoun supérieur prennent leur source. La partie Sud-Est caractérisée

par un bloc latéritique qui présente des gradins vers le Sud-Est et de douces ondulations séparées par de vastes dépressions.

### **III-4-2-3 les sols**

Dans le bassin de la Comoé, les sols généralement rencontrés sont de quatre types :

- les sols kaolinitiques, du type ferrugineux tropical de couleur rouge ocre;
- les sols montmorillonitiques de couleur brune sur lesquels le drainage est imparfait ;
- les sols argilo-sableux des bassins sédimentaires plus fréquemment rencontrés à l'Est et au Sud-Est de la région ;
- les sols hydromorphes inondés en saison humide.

### **III-4-2-4 Végétation**

L'importance des précipitations dans la région favorise le développement d'espèces ligneuses dont la densité, le nombre et la hauteur sont importants. On retrouve des forêts galeries le long des rivières où l'écoulement est pérenne et dans les vallées et ravins à humidité permanente. Le Nord de la région est caractérisé par la présence de graminées. C'est le domaine de la forêt claire avec des arbres de taille moyenne dont les espèces les plus rencontrées sont le Néré (*Parkia biglobosa*), le Karité (*Butyrospermum parkii* ou *Paradoxum*) et le tamarinier (*Tamarindus indica*). Le tapis herbacé est essentiellement composé de thérophytes.

## **III-4-3 Caractéristiques techniques**

### **III-4-3-1 Déversoir**

- Longueur      115 m;
- Cote            454 m;

les débits déversés peuvent être calculés à l'aide de la formule:

$$Q = 108.73362 * h^{3/2}$$

où h est la lame d'eau au dessus du déversoir en m.

**NB:** le zéro de l'échelle est à la cote **432.00** (IGN).

**III-4-3-2 Courbes caractéristiques**

Les données ayant permis de tracer les courbes hauteur-volume et hauteur-surface (voir ANNEXES V-1 et V-2) sont présentées dans les tableaux suivants:

**- Hauteur-volume**

Cote	432	434	436	438	440	442	444	446	448	450	452	454
H(m)	0	2	4	6	8	10	12	14	16	18	20	22
V(Mm <sup>3</sup> )	0	0.6	1.2	1.8	3.1	4.7	6.7	9.7	13.9	19.5	28.4	38.5

**- Hauteur-surface**

Cote	432	434	436	438	440	442	444	446	448	450	452	454
H(m)	0	2	4	6	8	10	12	14	16	18	20	22
S(ha)	0	3.0	12.5	25.0	37.5	68.8	100	162.5	243.7	343.7	493.7	620

**III-4-4 Données disponibles****III-4-4-1 Hydrométrie**

Le barrage, équipé d'une station limnimétrique, est suivi depuis Juin 1991. Nous disposons des relevés de hauteurs d'eau journalières de Juin 1991 à Décembre 1995.

**III-4-4-2 Pluviométrie**

Les données sur les précipitations sont fournies par la station de Sindou située à environ 18 km de Moussodougou.

Nous présentons dans le tableau suivant la pluviométrie mensuelle à Sindou de 1986 à 1995.

**Tableau III-7:** Hauteur des pluies mensuelles à la station de Sindou.

**NB:** les valeurs du tableau sont en mm.

	Janv	Fév	Mars	Avril	Mai	Juin	Juil	Août	Sept	Oct	Nov	Déc
1986		1.6	4	42.5	98.7	81.9	225.7	351.7	281.2	106.1	26.1	
1987			17.4		72.1	149.9	155.4	284.3	90.9	76.5		
1988			3	43.4	28.6	119.5	288.2	402.2	194.7	99.5		
1989			51.9	5.6	33.2	166.9	242.5	388.1	129.7	67.9		
1990				110.9	215.9	140.2	263.1	262.4	113.4	64.8		
1991			38.7	73.8	52.6	64.5	234.7	217.4	111.3	137.5		
1992	1.5			13.1	129.5	176.9	223.7	205.2	126.9	48.2	9.2	
1993		3.2	47.8	5.6	56.1	122.2	198.5	312.2	190.6	67.4	9.5	
1994	4		5.5	82.1	61.6	138.6	232	309	262.1	141.3	31.5	
1995			46	75.6	97	187.3	182.6	329.7	271.2	96	52.9	

#### III-4-4-3 Evaporation

Les données sur l'évaporation sont fournies par la station de Bérégadougou située à environ 22 km de Moussodougou (voir ANNEXE VII-II ). Le coefficient de transposition k est égal à 0.80 (voir ANNEXE II ).

#### III-4-4-4 Prélèvements

Des prélèvements importants sont opérés dans le barrage de Moussodougou; à cela s'ajoute le débit réservé au cours d'eau naturel (déversement).

Le volume total des prélèvements et des déversements a été quantifié en terme de débit journalier par l'Antenne de recherche de l'ORSTOM à l'EIER. Ce volume est désigné plus loin par  $V(pr+d)$ .

Dans le tableau suivant, nous présentons les volumes mensuels (prélevés + déversés ) de Juin 1991 à Décembre 1995:

**Tableau III-8:** Prélèvements mensuels à Moussodougou**NB:** les valeurs du tableau sont en Mm<sup>3</sup>

	Janv	Fév	Mars	Avril	Mai	Juin	Juil	Août	Sept	Oct	Nov	Déc
1991						0	0	0	0	3.248	4.461	7.159
1992	6.587	7.416	8.544	8.268	7.840	5.011	4.145	3.804	0	6.680	8.164	8.440
1993	8.544	7.468	7.275	6.365	6.106	5.510	0	0	0	4.540	6.480	6.696
1994	7.413	6.661	7.404	6.594	5.581	6.170	1.577	0.763	0	0.181	5.492	7.052
1995	7.933	6.580	7.285	7.050	6.073	4.265	0	2.120	17.63	8.782	6.052	7.963

**Conclusion**

Pour ce barrage, nous ferons un bilan journalier de Juin 1991 à Décembre 1995.

**BILAN HYDROLOGIQUE**  
**DES BARRAGES**  
**(3<sup>ème</sup> partie)**

## IV BILAN HYDROLOGIQUE DES BARRAGES

### IV-1 METHODOLOGIE DE CALCUL

#### IV-1-1 Bilan journalier

##### IV-1-1-1 Variation de volume dV et surface moyenne Sm

Les courbes hauteur-volume et hauteur-surface permettent de déterminer le volume et la surface correspondant à une hauteur quelconque lue à l'échelle. On en déduit la surface moyenne du plan d'eau et la variation de volume entre deux dates:

$$Sm(j, j+1) = [S_j + S_{j+1}]/2$$

$$dV = V_{j+1} - V_j$$

##### IV-1-1-2 Volume évaporé (Vev)

Entre deux dates, le volume évaporé s'obtient en multipliant la lame d'eau évaporée par la surface moyenne du plan d'eau après conversion des unités. On a:

$$1 \text{ ha} = 10^4 \text{ m}^2 \text{ et } 1 \text{ mm} = 10^{-3} \text{ m d'où } 1 \text{ mm} = 10 \text{ m}^3/\text{ha} ;$$

$$Vev(j, j+1) = [E_j * 10 * Sm(j, j+1)] / 10^6$$

Vev est en Mm<sup>3</sup> et E<sub>j</sub> est la lame évaporée en mm, le jour j.

##### IV-1-1-3 Apport de la pluie (Vp)

Le volume de pluie tombée sur la retenue se calcule de la même manière que le volume évaporé, les hauteurs de pluie étant données en mm :

$$Vp(j, j+1) = [P_{j+1} * 10 * Sm(j, j+1)] / 10^6 \text{ où } P_{j+1} \text{ est la hauteur de pluie relevée au jour } j+1.$$

Il faut noter que les hauteurs de pluie sont relevées à 7H du matin et donc la pluie relevée au jour j+1 correspond à la pluie tombée entre le jour j à 7H et le jour j+1 à 7H.

**IV-1-1-4 Volumes infiltrés (Vif)**

Ces volumes ont été négligés car non seulement il n'y a aucun moyen de les estimer mais aussi ils sont supposés suffisamment petit par rapport à l'évaporation pour être négligés.

En général, les réservoirs n'ont pas une perméabilité de plus de  $10^{-9}$  m/s ce qui fait 2.5mm/mois, soit 1.76% de l'évaporation moyenne du mois d'Août à Ouahigouya et 9% de celle d'Avril.

**IV-1-1-5 Volumes déversés (Vd)**

Si au jour j on a une charge  $h_j$  sur le déversoir et  $h_{j+1}$  au jour suivant, alors la charge moyenne  $h_m$  correspond à un débit Q. Le volume déversé entre les deux dates se calcule par la formule suivante:

$$Vd(j, j+1) = Q(j, j+1) * 24 * 3600 / 10^6 \quad \text{où Vd est en Mm}^3.$$

**IV-1-1-6 Volumes évaporés + infiltrés (Vev+Vif)**

Pour les périodes non pluvieuses, nous avons calculé ce terme par l'équation du bilan:

$$(Vev+Vif)_{j, j+1} = -dV(j, j+1) - Vpr_j - Vd(j, j+1)$$

$Vpr_j$  est le volume prélevé le jour j;

$Vd(j, j+1)$  est le volume déversé entre les deux dates.

Dans l'hypothèse où l'infiltration est négligeable, ce terme représente l'évaporation. Cette valeur permet de faire une comparaison avec celle mesurée par les bacs évaporatoires.

**IV-1-1-7 Volume écoulé (Vec)**

Le volume écoulé correspondant à une pluie tombée est calculé par l'équation du bilan sous sa forme:

$$Vec(j, j+1) = dV(j, j+1) - Vp(j, j+1) + Vev(j, j+1) + Vd(j, j+1) + Vpr_j.$$

**IV-1-2 Bilan mensuel**

La méthode de calcul est la même que dans le cas d'un bilan journalier:

- la variation de volume dV entre deux mois est obtenu par différence des volumes correspondant aux hauteurs de chaque début de mois. dV peut être positive(montée des eaux), négative(baisse de niveau) ou nulle(niveaux égaux);
- la surface moyenne entre deux mois s'obtient en faisant la moyenne des surfaces correspondant au début de chaque mois;
- les volumes Vp et Vev sont calculés par les formules ci-après :

$$Vp(m_i, m_{i+1}) = [ Pm_i * 10 * Sm(m_i, m_{i+1}) ] / 10^6$$

$$Vev(m_i, m_{i+1}) = [ Em_i * 10 * Sm(m_i, m_{i+1}) ] / 10^6$$

$Pm_i$  est la hauteur de pluie du mois  $m_i$  ;

$Em_i$  est la lame d'eau évaporée au cours du mois  $m_i$ .

- Le volume déversé est la somme des volumes déversés au cours du mois, calculés au pas de temps journalier.
  - Le volume prélevé entre deux mois  $m_i$  et  $m_{i+1}$  correspond au volume prélevé au cours du mois  $m_i$  car c'est ce même volume qui a contribué à la variation de volume dV.
  - Le volume écoulé sera alors calculé en appliquant l'équation du bilan précédemment définie.
- Enfin, le bilan annuel intègre chacun des termes du bilan mensuel.

**IV-2 PRESENTATION DES RESULTATS**

Les bilans des quatre barrages sont présentés au pas de temps mensuel (Voir les ANNEXES VIII-1 à VIII-4). Mais pour illustration, nous présentons en fin de ce document le bilan hydrologique journalier du barrage de Loumbila en 1992 (voir ANNEXE IX), car présenter tous les bilans journaliers rendrait ce document inutilement volumineux.

**IV-3 REMARQUES**

Dans un bilan, où par définition on ajoute certains termes et retranche d'autres termes, pour obtenir finalement un résultat qui est ici le volume écoulé (Vec), il apparaît à l'évidence que ce résultat ne peut être connu avec précision que dans la mesure où son amplitude est d'un ordre de grandeur supérieur à l'incertitude sur les termes ayant permis son calcul.

Le pas de temps sur lequel est fait le bilan hydrologique a une influence déterminante sur la précision du bilan et donc du volume écoulé et parfois de l'évaporation qui en sont extraits. Ainsi un bilan mensuel sera toujours plus précis qu'un bilan journalier.

- Les variations limnimétriques du plan d'eau entre deux jours sont difficiles à connaître avec précision à cause du mouvement des vagues affectant la surface du plan d'eau en cas de vent.

- D'autre part, devant l'absence de pluviomètre situé au niveau des barrages, les données pluviométriques sont recueillies sur des pluviomètres éloignés des retenues.

Ainsi, l'ensemble des incertitudes affectant les différents termes du bilan hydrologique, conduisent parfois à des résultats erronés comme par exemple des volumes écoulés négatifs pour certains mois ou des valeurs négatives de l'évaporation calculée (cas du barrage de Moussodougou).

**ANALYSE COMPARATIVE**  
**DES BILANS**  
**(4<sup>ème</sup> partie)**

## **V ANALYSE COMPARATIVE DES BILANS**

Dans les différents bilans, nous avons calculé les volumes d'eau évaporés sur les retenues au niveau mensuel et annuel. Nous avons également évalué les volumes d'écoulement des bassins versants au niveau mensuel et annuel.

Dans cette partie, nous nous intéresserons à l'évaporation et à l'écoulement afin de dégager l'importance de chacun de ces phénomènes selon les différentes régions concernées par l'étude.

### **V-1 EVAPORATION**

Concernant l'évaporation, nous allons d'abord comparer les lames d'eau évaporées puis les proportions de volume évaporé mensuel et annuel.

#### **V-1-1 Rappels**

L'évaporation est l'ensemble des phénomènes qui transforment l'eau liquide en vapeur d'eau par un processus purement physique.

Les mécanismes de l'évaporation sur un plan d'eau sont régis par deux classes de paramètres:

- ceux relatifs à l'énergie radiative du soleil, qui provoque un phénomène de diffusion des molécules d'eau dans l'atmosphère;
- ceux relatifs à l'air ambiant qui agit sur la demande en eau suivant le déficit hygrométrique.

Par ailleurs, l'influence des caractéristiques de l'eau (turbidité, salinité) reste généralement négligeable.

#### **V-1-2 Données climatiques**

Nous résumons dans le tableau suivant, quelques paramètres climatiques intervenant dans l'évaporation tels le vent, la température, l'humidité de l'air et l'ensoleillement.

Ces données représentent des moyennes calculées sur la période 1951 - 1980.

**Tableau A-V-1:** Quelques données climatiques intervenant dans l'évaporation

Lieu	Temp. mini(°C)	Temp. moy(°C)	Temp. maxi(°C)	Vitesse vent(m/s)	Insolation (heure décimale)	Humidité (hecto pascal)
Ouahigouya	15 à 25	29	33 à 40	2.2	9.0	17.1
Ouagadougou	16 à 22	28.2	33 à 39	1.8	8.0	18.7
Bobo Dsso	19 à 23	27	32 à 36	2.1	7.9	19.2

*Source:* Atlas agroclimatique des pays de la zone du CILSS.

**V-1-3 Lames évaporées**

Dans les bilans hydrologiques nous avons calculé les volumes évaporés au cours des mois non pluvieux afin de comparer ces valeurs avec celles obtenues par les bacs évaporatoires. Pour le barrage de *Moussodougou* nous avons trouvé des valeurs négatives, ce qui est dû à des incertitudes sur certains paramètres pris en compte dans le calcul. Nous allons donc considérer les résultats de *Loumbila* et de *Tougou*. Pour chacun de ces deux sites nous présentons dans un tableau les volumes évaporés calculés à partir des mesures par bac et ceux obtenus par bilan hydrologique. Nous introduiront également un coefficient k tel que:

$$k = \frac{\text{Volume..évaporé(bilan)}}{\text{Volume..évaporé(Bac)}}$$

Ce coefficient permettra de corriger le résultat obtenu par bac.

*i- Barrage de Tougou*

Mois	01/90	02/90	03/90	11/90	12/90	01/94
Vev(Bac)	0.42	0.35	0.29	0.64	0.51	0.35
Vev(Bilan)	0.52	0.48	0.33	0.82	0.69	0.46
k	1.2	1.3	1.1	1.2	1.3	1.3

*Moyenne k<sub>m</sub> = 1.2*

*ii- Barrage de Loumbila*

Mois	11/93	02/94	11/94	12/94	01/95	12/95
Vev(Bac)	3.28	2.69	2.93	3.65	3.35	2.11
Vev(Bilan)	3.10	2.26	2.56	3.27	3.01	1.88
k	0.95	0.84	0.87	0.895	0.90	0.89

*Moyenne k<sub>m</sub> = 0.89*

Ces résultats montrent que les mesures réalisées par bac sont sous-estimées à Tougou mais par contre elles sont surestimées à Loumbila.

Pour établir une comparaison entre les lames évaporées, nous présentons dans les tableaux suivants les pluies annuelles, les lames évaporées annuelles et les lames corrigées ( à partir du coefficient k ).

#### 1- BARRAGE DE LOUMBILA

Année	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	Moyenne (mm)
Pluie	901	698.7	750.6	727.8	700.1	677	588	720.5
Lame évaporée(mm)	2540.7	2763	2828.7	2474.8	2685.6	2685.6	2730.6	2672.7
Lame corrigée (mm)	2261.2	2459.1	2517.5	2202.6	2380.2	2390.0	2430.2	2378.7

#### 2- BARRAGE DE TOUGOU

Année	1994	1995	1996	1997	Moyenne (mm)
Pluie	964.7	613.2	730.4	601.6	727.3
Lame évaporée(mm)	2409	2491	2491	2491	2470.5
Lame corrigée (mm)	2880	2989.2	2989.2	2989.2	2984.4

Nous pouvons constater que sans les coefficients de correction( $k_m$ ), la lame évaporée à Tougou est inférieure à celle de Loumbila, ce qui n'est pas normal car dans la région de Tougou les conditions climatiques sont plus favorables à l'évaporation.

## 2- BARRAGE DE MOUSSODOUGOU

Année	1992	1993	1994	1995	Moyenne (mm)
Pluie	932.7	1013	1268	1338	1137.7
Lame évaporée (mm)	2058.4	2058.4	2058.4	2058.4	2058.4

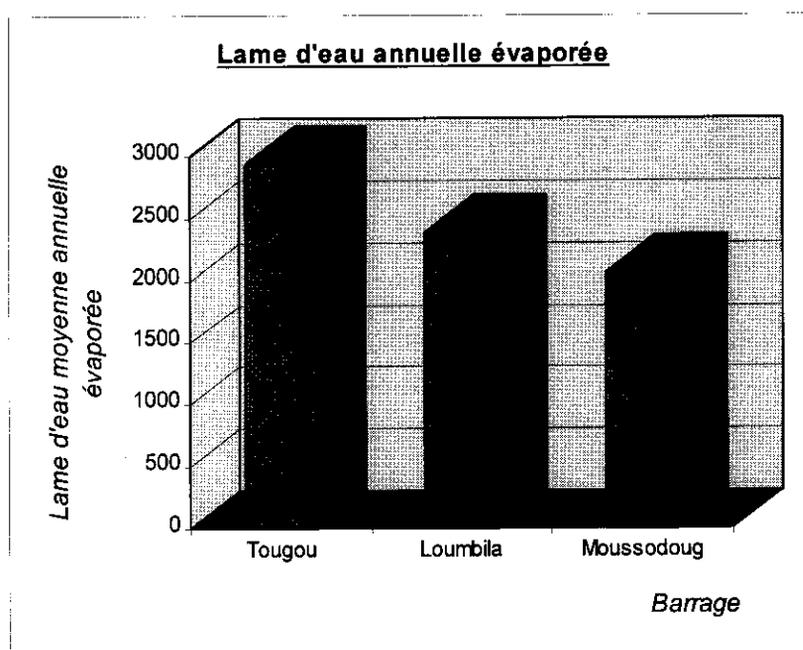
Ayant obtenu des valeurs erronées de l'évaporation (valeurs négatives) par bilan hydrologique à Moussodougou, nous allons considérer pour la comparaison, les résultats du bac.

Ainsi pour les années communes aux quatre barrages, nous résumons dans le tableau suivant les résultats précédents:

**Tableau A-V-1 bis:** Lames évaporées annuelles (mm) au niveau des retenues

Année	1992	1993	1994	1995	Moyenne (mm)
Barrage					
Tougou	-	-	2890	2989.2	2939.6
Loumbila	2459.1	2517.5	2202.6	2390.2	2392.4
Moussodoug	2058.4	2058.4	2058.4	2058.4	2058.4

Les données de ce tableau sont représentées graphiquement comme suit:



Les résultats précédents montrent d'une part que les pertes par évaporation au niveau des réservoirs sont très importantes et largement supérieures à la pluviométrie et d'autre part qu'elles diminuent du Nord au Sud car le climat devient de plus en plus humide.

Pour approfondir notre comparaison nous allons aussi considérer les volumes évaporés mensuels et annuels, c'est l'objet du paragraphe qui suit .

#### **V-1-4 Volumes évaporés**

Pour chaque barrage nous récapitulons les résultats de calcul des volumes évaporés mensuels; leur pourcentage par rapport au volume existant est également calculé et on en déduit une moyenne mensuelle interannuelle.

## 1- BARRAGE DE TOUGOU

\* Capacité 4.25 Mm<sup>3</sup>.**Tableau A-V-2:** Pourcentage de volume évaporé mensuel par rapport à l'existant(Tougou).

		Janv.	Févr.	Mars	Avril	Mai	Juin	Juill.	Août	Sept	Oct	Nov	Déc.
1990	V <sub>m</sub>	1.70	1.17	0.70	0.37	0.27	0.44	1.05	4.91	4.27	4.03	2.93	2.10
	V <sub>ev</sub>	0.42	0.35	0.29	0.16	0.18	0.31	0.58	0.74	0.65	0.76	0.65	0.52
	R	24.7	29.9	41.4	43.2	66.6	70.4	55.2	15.1	15.2	18.8	22.2	24.7
1991	V <sub>m</sub>	1.42	0.89	0.53	-	-	1.67	4.22	4.96	4.81	-	-	-
	V <sub>ev</sub>	0.41	0.28	0.21	-	-	0.62	0.72	0.49	0.60	-	-	-
	R	28.8	31.4	39.6	-	-	37.1	17.1	9.9	12.5	-	-	-
1992	V <sub>m</sub>	-	-	-	-	-	-	-	5.23	4.56	4.31	-	-
	V <sub>ev</sub>	-	-	-	-	-	-	-	0.64	0.58	0.69	-	-
	R	-	-	-	-	-	-	-	12.2	12.7	16.0	-	-
1994	V <sub>m</sub>	1.44	0.98	0.67	0.46	0.32	0.24	0.21	4.71	4.76	5.23	4.66	4.61
	V <sub>ev</sub>	0.36	0.31	0.28	0.21	0.12	0.06	0.40	0.65	0.46	0.57	0.73	0.78
	R	25	31.6	41.7	45.6	37.5	25	??	13.8	9.6	10.9	15.7	16.9
1995	V <sub>m</sub>	-	-	-	-	-	0.33	1.44	1.47	3.56	2.89	1.99	1.36
	V <sub>ev</sub>	-	-	-	-	-	0.29	0.34	0.41	0.48	0.53	0.44	0.32
	R	-	-	-	-	-	??	23.6	27.8	13.5	18.3	22.1	23.5
1996	V <sub>m</sub>	0.86	0.52	0.32	0.24	-	-	0.22	4.37	5.39	5.34	3.86	2.79
	V <sub>ev</sub>	0.23	0.16	0.12	0.08	-	-	0.38	0.66	0.68	0.82	0.7	0.56
	R	26.7	30.7	37.5	33.3	-	-	??	15.1	12.6	15.4	18.1	20.1
1997	V <sub>m</sub>	2.02	1.38	0.89	0.48	0.31	0.26	0.68	5.67	4.86	4.22	3.31	2.41
	V <sub>ev</sub>	0.45	0.37	0.30	0.20	0.13	0.17	0.54	0.69	0.61	0.71	0.63	0.50
	R	22.3	26.8	33.7	41.6	41.9	65.3	79.4	12.2	12.6	16.8	19.0	20.7
Moy. Ann.		25.5	30.0	38.7	40.9	41.9	41.1	43.6	14.8	13.1	14.5	18.9	20.1

- V<sub>m</sub>: Volume mensuel(Mm<sup>3</sup>);- V<sub>ev</sub>: Volume évaporé mensuel(Mm<sup>3</sup>);- R = (V<sub>ev</sub> / V<sub>m</sub>)\*100: Pourcentage du volume évaporé mensuel par rapport à l'existant(%);

- Rm: Moyenne mensuelle interannuelle des pourcentages calculés.

Moyenne interannuelle = **26.2%**

## 2- BARRAGE DE LOUMBILA

\* Capacité 36 Mm<sup>3</sup>.

**Tableau A-V-3:** Pourcentage de volume évaporé mensuel par rapport à l'existant à Loumbila.

		Janv	Févr	Mars	Avril	Mai	Juin	Juill	Août	Sept	Oct	Nov	Déc
1991	V <sub>m</sub>	15.4	12.75	10.49	8.39	6.76	20.37	19.33	22.83	35.17	33.16	29.98	26.17
	V <sub>ev</sub>	2.43	2.03	2.26	1.90	1.98	2.44	2.27	2.56	3.57	3.73	3.46	3.25
	R	15.8	15.9	21.2	22.6	29.3	12.0	11.7	11.2	10.2	11.2	11.5	12.4
1992	V <sub>m</sub>	22.7	19.67	16.41	13.54	10.87	9.54	8.92	22.83	46.69	35.34	31.23	27.31
	V <sub>ev</sub>	2.99	3.24	3.12	2.86	2.19	1.76	2.21	3.26	3.99	4.06	5.58	3.53
	R	13.2	16.5	19.0	21.1	20.1	18.4	24.8	14.3	8.6	11.5	11.5	13.0
1993	V <sub>m</sub>	23.73	20.25	17.35	13.99	11.78	8.59	12.75	18.4	38.34	34.83	31.07	27.31
	V <sub>ev</sub>	3.35	3.12	3.54	2.94	2.72	2.0	2.03	2.85	3.27	3.97	3.28	3.39
	R	14.0	15.4	20.4	21.0	24.3	23.2	15.9	15.5	8.5	11.4	10.6	12.4
1994	V <sub>m</sub>	23.47	20.13	17.13	14.17	11.5	9.33	14.83	38.34	39.63	37.08	33.99	29.53
	V <sub>ev</sub>	3.13	2.69	2.87	2.68	2.13	2.03	2.83	2.97	3.21	3.08	3.53	3.65
	R	13.3	13.4	16.8	18.9	18.5	21.8	19.1	7.7	8.0	8.3	10.4	12.4
1995	V <sub>m</sub>	25.47	21.69	18.54	15.22	12.16	10.12	12.41	14.64	21.09	20.85	18.21	14.93
	V <sub>ev</sub>	3.35	3.21	3.37	2.89	2.41	1.94	1.78	1.83	2.15	2.47	2.31	2.11
	R	13.2	14.8	18.2	19.0	19.8	19.2	14.3	12.5	10.2	11.8	12.7	14.1
1996	V <sub>m</sub>	12.4	10.2	8.07	6.12	4.26	3.79	6.38	7.95	16.8	25.9	23.6	20
	V <sub>ev</sub>	1.98	1.89	1.96	1.64	1.36	1.23	1.22	1.42	2.19	2.98	2.84	2.62
	R	15.9	18.5	24.3	26.8	31.9	32.4	19.1	17.9	13.0	11.5	12.0	13.1
1997	V <sub>m</sub>	17	14	11.3	8.79	7.05	5.61	5.81	7.64	11.7	11.5	9.61	7.7
	V <sub>ev</sub>	2.78	2.31	2.40	2.07	1.78	1.32	1.17	1.22	1.42	1.63	1.53	1.49
	R	16.4	16.5	21.2	23.5	24.7	23.5	20.1	16.0	12.1	14.2	12.0	19.4
Moy Rm		14.5	15.8	20.2	22.0	24.1	21.8	18.0	13.7	10.1	11.4	11.5	14

- V<sub>m</sub>: Volume mensuel(Mm<sup>3</sup>);

- V<sub>ev</sub>: Volume évaporé mensuel(Mm<sup>3</sup>);

- R = (V<sub>ev</sub> / V<sub>m</sub>) \* 100: Pourcentage du volume évaporé mensuel par rapport à l'existant(%);

- Rm: Moyenne mensuelle interannuelle des pourcentages calculés.

Moyenne interannuelle = **16.4%**

### 3- BARRAGE DE MOGTEDO

\* Capacité 6.37 Mm<sup>3</sup>

**Tableau A-V-4:** Pourcentage de volume évaporé mensuel par rapport à l'existant à Mogtédou.

		Janv	Févr	Mars	Avril	Mai	Juin	Juill	Août	Sept	Oct	Nov	Déc
1988	V <sub>m</sub>	3.67	3.05	2.28	1.56	2.21	1.66	2.76	3.11	6.68	6.39	5.47	4.71
	V <sub>ev</sub>	0.55	0.62	0.71	0.58	0.63	0.47	0.39	0.42	0.46	0.61	0.54	0.57
	R	14.9	20.3	31.1	37.2	28.5	28.3	14.1	13.5	6.9	9.5	9.9	12.1
1989	V <sub>m</sub>	3.93	3.18	2.45	1.76	1.08	0.54	1.83	5.85	6.5	6.27	5.24	4.36
	V <sub>ev</sub>	0.63	0.61	0.62	0.59	0.46	0.42	0.46	0.44	0.51	0.50	0.60	0.55
	R	16.03	19.2	25.3	33.5	42.5	??	25.1	7.5	7.8	8.0	11.5	12.6
1990	V <sub>m</sub>	3.73	2.89	2.24	1.49	0.96	0.56	0.54	1.49	4.36	3.99	3.13	2.43
	V <sub>ev</sub>	0.55	0.61	0.74	0.52	0.40	0.24	0.27	0.36	0.45	0.58	0.55	0.51
	R	14.7	21.1	30.0	34.8	41.6	42.8	50.0	24.1	10.3	14.5	17.6	20.9
1995	V <sub>m</sub>	4.58	3.70	2.89	1.87	1.01	1.21	1.05	2.89	6.68	6.28	5.54	4.65
	V <sub>ev</sub>	0.61	0.65	0.56	0.58	0.49	0.39	0.39	0.45	0.51	0.58	0.57	0.58
	R	13.3	17.5	19.4	31.0	48.5	32.2	37.1	15.6	7.6	9.2	10.3	12.5
1996	V <sub>m</sub>	3.87	3.05	2.1	1.14	0.44	0.39	1.14	3.38	6.86	6.43	5.48	4.65
	V <sub>ev</sub>	0.75	0.88	0.61	0.41	0.27	0.31	0.41	0.46	0.53	0.58	0.57	0.58
	R	19.4	28.8	29.0	35.9	??	??	35.9	13.6	7.7	9.0	10.4	12.4
Moy	Rm	15.6	21.4	27.0	34.5	38.5	30.2	19.6	14.3	8.1	10.0	11.0	14.4

- V<sub>m</sub>: Volume mensuel(Mm<sup>3</sup>);

- V<sub>ev</sub>: Volume évaporé mensuel(Mm<sup>3</sup>);

- R = (V<sub>ev</sub> / V<sub>m</sub>) \* 100: Pourcentage du volume évaporé mensuel par rapport à l'existant(%);

- Rm: Moyenne mensuelle interannuelle des pourcentages calculés.

Moyenne interannuelle = **19.4%**

## 4- BARRAGE DE MOUSSODOUGOU

\* Capacité 38.5 Mm<sup>3</sup>**Tableau A-V-5:** Pourcentage de volume évaporé mensuel par rapport à l'existant à Moussodougou.

		Janv	Févr	Mars	Avril	Mai	Juin	Juill	Août	Sept	Oct	Nov	Déc
1992	V <sub>m</sub>	34.57	31.97	28.5	23.66	19.47	15.86	16.27	20.34	24.87	33.33	31.58	27.33
	V <sub>ev</sub>	1.39	1.33	1.14	0.81	0.57	0.36	0.34	0.36	0.50	0.73	0.80	0.92
	R	4.0	4.2	4.0	3.4	2.9	2.3	2.1	1.8	2.0	2.2	2.5	3.4
1993	V <sub>m</sub>	22.6	17.86	14.02	10.28	7.59	5.9	5.03	9.37	24.54	32.92	32.97	29.28
	V <sub>ev</sub>	0.88	0.73	0.54	0.33	0.20	0.11	0.13	0.27	0.49	0.73	0.84	1.00
	R	3.9	4.1	3.9	3.2	2.6	1.9	2.9	2.9	2.9	2.0	2.2	2.5
1994	V <sub>m</sub>	25.74	21.52	17.7	13.68	10.73	8.87	7.48	13.94	22.76	31.87	35.64	33.48
	V <sub>ev</sub>	1.02	0.89	0.70	0.46	0.31	0.18	0.20	0.29	0.46	0.74	0.92	1.13
	R	4.0	4.1	4.0	3.4	2.9	2.0	2.7	2.0	2.0	2.3	2.6	3.4
1995	V <sub>m</sub>	29.8	24.42	20.98	17.29	14.68	13.37	14.15	19.57	38.45	38.45	38.45	37.33
	V <sub>ev</sub>	1.15	1.02	0.85	0.61	0.45	0.31	0.32	0.45	0.63	0.83	1.00	1.26
	R	3.9	4.2	4.1	3.5	3.1	2.3	2.3	2.3	1.6	2.1	2.6	3.4
Moy		3.9	4.2	4.0	3.4	2.9	2.3	2.1	1.8	2.0	2.2	2.5	3.4

- V<sub>m</sub>: Volume mensuel(Mm<sup>3</sup>);- V<sub>ev</sub>: Volume évaporé mensuel(Mm<sup>3</sup>);- R = (V<sub>ev</sub> / V<sub>m</sub>)\*100: Pourcentage du volume évaporé mensuel par rapport à l'existant(%);

- Rm: Moyenne mensuelle interannuelle des pourcentages calculés.

**Moyenne interannuelle = 2.9%**

Les pourcentages au niveau de Moussodougou sont quand même faibles et cela serait certainement dû à une sous estimation des mesures d'évaporation par bacs.

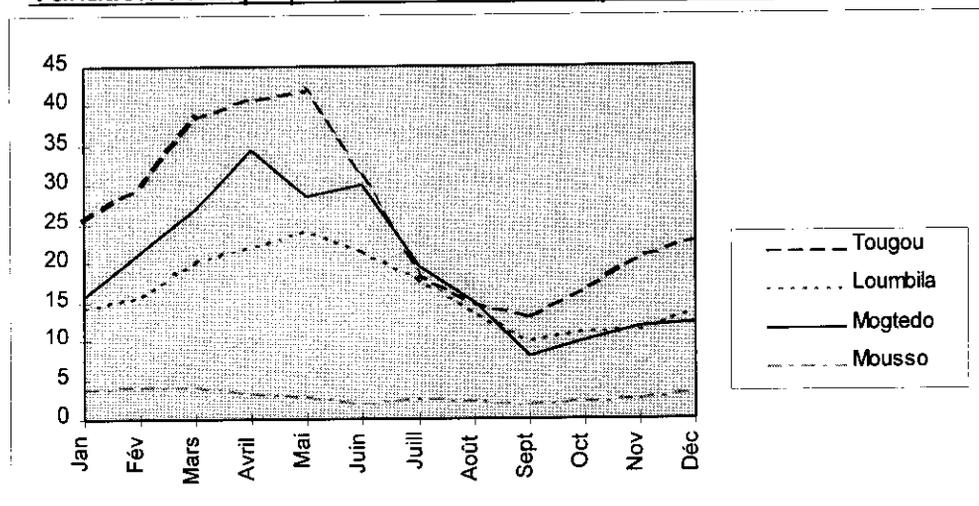
**NB:** Pour tous les tableaux, les valeurs soulignées et les points d'interrogation(??) correspondent à des valeurs exagérées.

Ces tableaux récapitulatifs font apparaître une variation de la proportion évaporée au cours de l'année même si pour le barrage de Moussodougou cette variation n'est pas très nette.

Durant les mois secs soumis au vent d'Harmattan(vent sec et chaud), la demande évaporative de l'air est importante et donc le taux d'évaporation augmente. Pendant la saison humide sous l'effet de la Mousson, ce taux diminue car l'air est chargé d'humidité. Outre cette variation temporelle, nous pouvons aussi constater une variation spatiale sensible du Nord au Sud;

Le graphique suivant illustre ces résultats :

Variation de la proportion de volume évaporé en fonction du temps



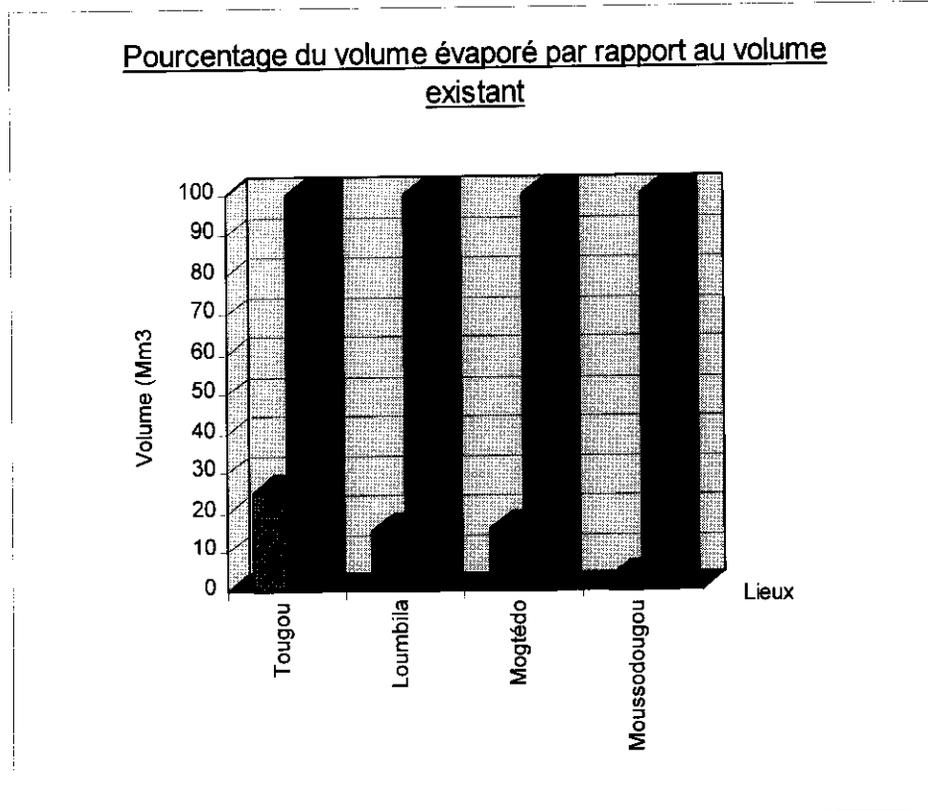
Nous allons considérer le pourcentage du volume évaporé pour les quatre années communes dont les résultats, extraits des tableaux précédents, sont présentés comme suit:

**Tableau A-V-6:** Moyennes annuelles de la proportion de volume évaporé par rapport à l'existant.

		1992	1993	1994	1995	Moyenne interannuelle
Tougou	P(%)	-	-	( 25 )	-	( 25 )
Loumbila	P(%)	16.7	16.1	14.05	15.0	16.5
Mogtèdo	P(%)	-	-	-	( 15.7 )	( 15.7 )
Moussodougou	P(%)	2.9	2.86	2.95	2.95	2.9

P est le pourcentage du volume évaporé par rapport à l'existant.

Les moyennes interannuelles obtenues sont présentées sous forme d'histogramme sur le graphique suivant:



Il apparaît nettement qu'au nord les retenues d'eau sont plus soumises au phénomène d'évaporation que celles du centre ou du sud. Pour la région du sud où les conditions climatiques sont plus clémentes les pertes par évaporation sont des quantités faibles par rapport au volume existant dans la retenue contrairement au nord où elles sont prononcées.

Mais malgré l'ampleur du phénomène d'évaporation, il reste souvent méconnu et donc négligé.

Nous pouvons constater ceci: bien que le barrage de Moussodougou ait une capacité de stockage supérieure à celle de Loumbila (38 Mm<sup>3</sup> contre 35), la superficie maximale du plan d'eau au niveau de ce dernier est largement supérieure à celle du premier. Cela veut dire que le barrage de Moussodougou est plus profond. Ainsi pour ce barrage, non seulement la surface évaporante est réduite mais aussi à cause de la profondeur, les échanges thermiques avec l'atmosphère sont moindres.

Donc le choix de sites plus encaissés pour l'implantation des retenus peut contribuer à réduire les pertes par évaporation.

## V-2 ECOULEMENT

C'est l'eau qui parvient à l'exutoire d'un bassin versant par ruissellement.

Plusieurs méthodes d'évaluation de l'écoulement des bassins versants ont été mises au point tels la méthode Rodier, la méthode Dubreuil - Vuillaume et le modèle de Girard.

Le bilan hydrologique des retenues permet également de tirer des informations quantitatives concernant les volumes d'écoulement des bassins versants.

Dans les bilans d'eau précédemment établis, nous avons calculé les volumes d'écoulement au niveau journalier, mensuel et annuel.

### V-2-1 Récapitulatif des résultats obtenus

Dans les tableaux suivants, nous résumons par barrage les volumes d'écoulement annuels en introduisant également la lame d'eau écoulee annuelle ( $Le$ ) et le coefficient d'écoulement annuel ( $Ke$ ).

- La lame d'eau écoulee annuelle, exprimée en mm, correspond à la hauteur d'eau fictive qu'atteindrait le volume écoulé ( $Vec$ ) s'il était uniformément réparti sur une surface horizontale de superficie égale à celle du bassin versant:

$$Le(mm) = Vec(Mm^3)/S(Km^2) * 10^3$$

- Le coefficient d'écoulement annuel ( $Ke$ ), exprimé en %, est le rapport pour une année déterminée, de la lame écoulee ( $Le$ ) à la lame précipitée (pluie annuelle  $Pan$ ):

$$Ke = Le(mm)/Pan(mm)$$

-a BARRAGE DE TOUGOU

- Bassin versant: superficie  $S = 450 Km^2$

**Tableau A-V-7:** Lames écoulees annuelles et coefficients d'écoulement à Tougou

	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997
Pan(mm)	403.1	643.6	579.7	603.2	964.7	613.20	730.4	601.6
dV(Mm3)	-0.281	2.618	-	-	1.83	-2.41	1.16	-0.345
Vec(Mm3)	7.26	19.48	-	-	35.81	1.44	40.36	19.9
Le(mm)	16.13	43.28	-	-	79.55	3.20	89.68	44.22
Ke(%)	4.3	6.7	-	-	8.2	0.52	12.2	7.3

**NB:** pour l'année 1992, le bilan a été calculé seulement sur la période du 16/07 au 01/11, c'est pourquoi nous n'en tenons pas compte ici. Pour l'année 1993, il n'y a aucune donnée sur les variations du plan d'eau.

## - b BARRAGE DE LOUMBILA

- Bassin versant: superficie  $S= 2120 \text{ Km}^2$ **Tableau A-V-8:** Lames écoulées annuelles et coefficients d'écoulement à Loumbila.

	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997
Pan(mm)	901	698.7	750.6	727.8	700.1	677.1	587.5
dV(Mm3)	7.287	1.03	-0.26	2.01	-13.08	4.62	-10.76
Vec(Mm3)	35.31	116.4	41.6	121.1	17.7	30.73	13.79
Le(mm)	16.65	54.9	19.6	57.1	8.35	14.5	6.5
Ke(%)	1.85	7.8	2.61	7.85	1.19	2.14	1.11

## - c BARRAGE DE MOGTEDO

- Bassin versant  $492 \text{ Km}^2$ **Tableau A-V-9:** Lames écoulées annuelles et coefficients d'écoulement à Mogtédou

	1988	1989	1990	1995	1996
Pan(mm)	781.3	640.1	546.8	725.5	661.1
dV(Mm3)	0.266	-0.208	-1.699	-0.71	0.03
Vec(Mm3)	20.43	53.99	4.06	22.78	24.98
Le(mm)	41.52	109.7	8.25	46.30	50.77
Ke(%)	5.31	17.4	1.5	6.3	7.6

## - d BARRAGE DE MOUSSODOUGOU

- Bassin versant  $560 \text{ Km}^2$ **Tableau A-V-10:** Lames écoulées annuelles et coefficients d'écoulement à Moussodougou

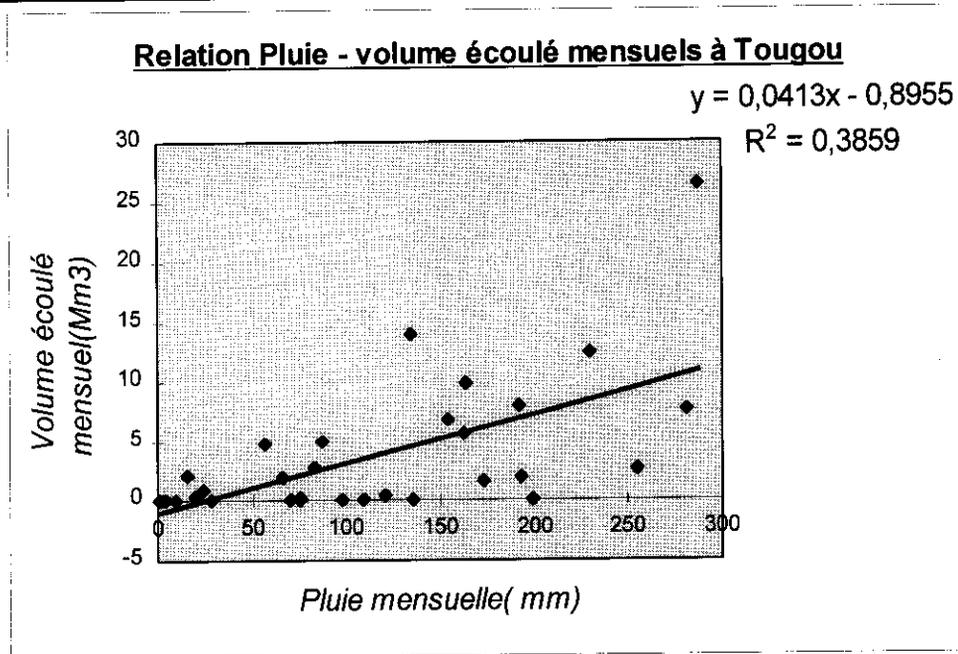
	1992	1993	1994	1995
Pan(mm)	932.7	1013.1	1267.7	1338.3
dV(Mm3)	-11.96	3.13	4.05	4.3
Vec(Mm3)	68.72	65.52	62.06	89
Le(mm)	122.71	117	110.82	158.92
Ke(%)	13.16	11.65	8.7	11.88

V-2-2 Remarques

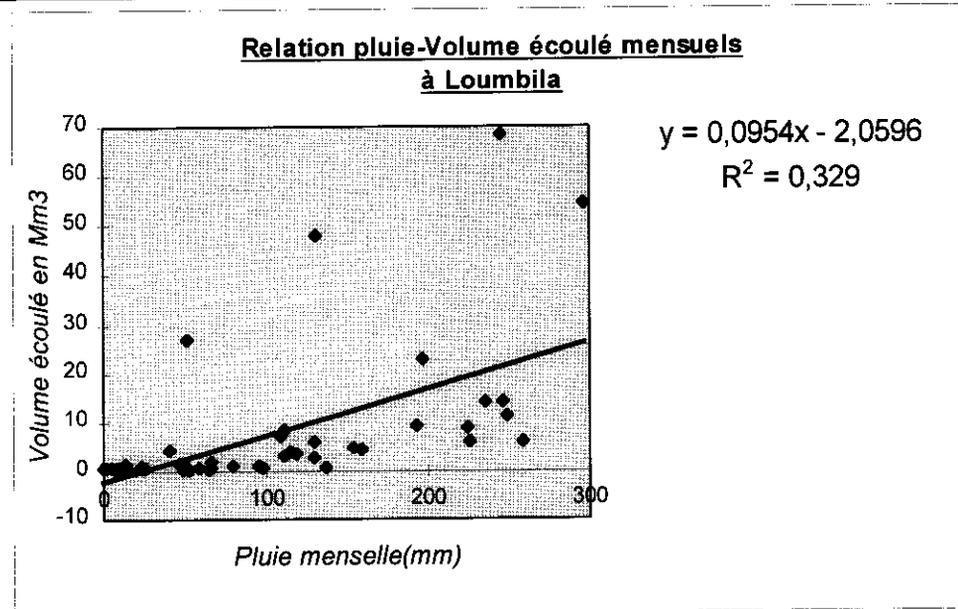
Relation pluie - volume écoulé

L'analyse des différents bilans montre qu'il est difficile d'établir entre les hauteurs de pluie et les écoulements générés, une corrélation au niveau mensuel et encore moins au niveau journalier, ce qui est illustré par les graphiques suivants:

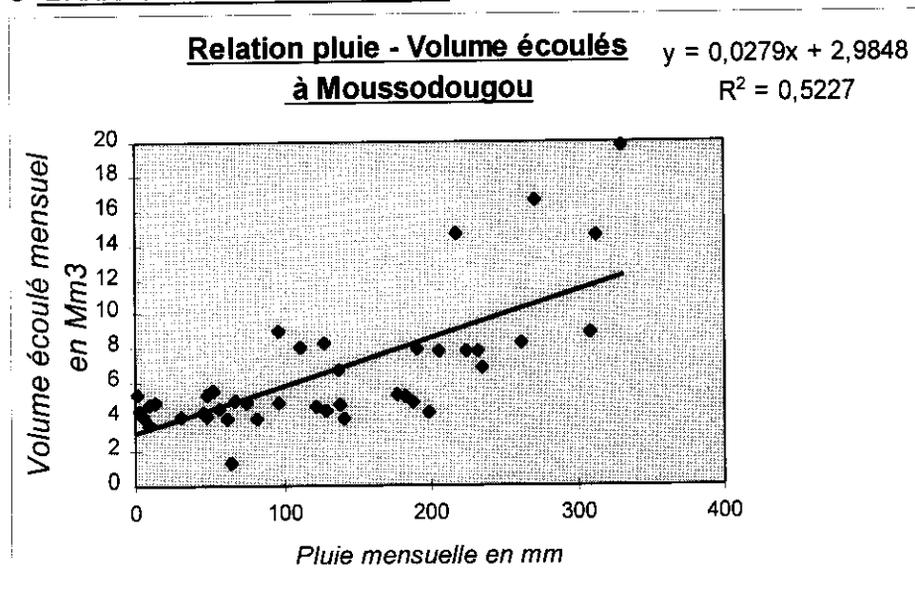
1- BARRAGE DE TOUGOU



2- BARRAGE DE LOUMBILA



## 3- BARRAGE DE MOUSSODOUGOU



Nous n'obtenons pas de bons coefficients de corrélation: même si l'écoulement est lié à la pluie il faut prendre en compte plusieurs facteurs conditionnels de l'écoulement tels le couvert végétal, l'indice de pente, les sols en place etc.. pour prétendre à une meilleure corrélation entre les deux.

Deux hauteurs de pluie mensuelles égales ou voisines peuvent générer des écoulements très différents et cela se constate sur tous les bilans.

Par exemple en 1992 à Loumbila, la pluie mensuelle de 246.7 mm enregistrée en Juillet a généré un volume écoulé de 14Mm<sup>3</sup> alors que celle d'Août, 244.7mm, a produit:

$$Vec = 68.36 Mm^3.$$

Cela se justifie par le fait que les précipitations d'Août interviennent sur des sols ayant déjà une certaine humidité. Et lorsqu'on remonte au bilan journalier on constate aussi qu'en Août les jours de pluie sont moins espacés qu'en Juillet, c'est dire que la répartition chronologique des précipitations joue un rôle fondamental sur les conditions d'humidité des sols et par là sur la genèse des écoulements successifs.

De même, deux hauteurs de pluie très différentes peuvent produire les mêmes écoulements: par exemple à Moussodougou en 1992 la pluie mensuelle de 48.5 mm en Octobre (fin de saison humide) a produit un volume écoulé de 5.38 Mm<sup>3</sup> alors qu'en Juin (début de saison humide) avec une pluie mensuelle de 176.9 mm ce volume est de 5.28 Mm<sup>3</sup>.

Les écoulements produits au cours d'un mois dépendent aussi des précipitations enregistrées les mois précédents. Et cela se retrouve également au niveau annuel. En effet, dans le tableau récapitulatif relatif au barrage de Loumbila nous constatons un volume écoulé important pour l'année 1992 ( $V_{ec} = 116.4 Mm^3$ ): en fait en 1991 il a plu 901 mm et le bilan était excédentaire ( $dV = 7.28 Mm^3$ ). En début de saison pluvieuse 1992, il y avait encore beaucoup d'eau dans la retenue et le déversoir N°2 (latéral) a déversé en Juillet et Août de la même année. La même situation se retrouve à Mogtédou en 1988 et 1989.

Donc même au niveau annuel une corrélation entre pluviométrie et volume écoulé est difficile surtout en milieu sahélien mais des échantillons de taille suffisante pourrait permettre de dégager des tendances.

### **V-2-3 Comparaison des résultats**

La superficie des bassins versants n'étant pas du même ordre de grandeur, les volumes écoulés sont ramenés à l'unité de surface (lame écoulée  $L_e$ ). L'écoulement est lié proportionnellement à la pluie par le coefficient  $K_e$ .

Hormis à Moussodougou où nous avons des coefficients d'écoulement du même ordre de grandeur, dans les autres régions  $K_e$  peut nettement varier d'une année à l'autre.

Dans le sud nous avons des coefficients d'écoulement plus importants (une moyenne de 11.3%) que ceux des régions du centre (4.5% à Loumbila) et du nord (4.4%).

La géomorphologie de cette zone y fait apparaître un relief plus accidenté par rapport au reste du pays et la pluviométrie y est importante car c'est la région la plus arrosée du pays.

La différence entre les pluies annuelles de la région de Tougou et celle de Loumbila n'est pas sensible mais lorsque nous considérons les résultats dans leur globalité (entre 1991 et 1997), la moyenne à Tougou est de 6.2% contre 3.6% à Loumbila. Le milieu physique dans la région de Tougou présente un relief plus marqué que celui de la région de Ouagadougou appartenant à un vaste plateau (le plateau central ou plateau mossi). Mais d'autres facteurs comme la nature et l'infiltrabilité des sols, la végétation et la densité de drainage (rapport à la superficie du bassin versant, de la longueur totale des cours d'eau de tous ordres) interviennent également.

CONCLUSION

## CONCLUSION

Nous avons établi le bilan hydrologique des retenues de *Loumbila*, *Moussodougou*, *Tougou* et *Mogtêdo*. Les résultats nous ont permis de quantifier les volumes évaporés au niveau des retenues et les volumes d'écoulement des bassins versants et d'en tirer des conclusions après une étude comparative. Il ressort de cette étude que dans les régions du centre et du Nord, les pertes d'eau liées à l'évaporation sont assez importantes par rapport à celles du Sud.

Le Sud avec une pluviométrie moyenne interannuelle de 1050 mm donnant lieu à un écoulement d'environ 11%, est une zone de grandes potentialités hydrauliques qui méritent une attention particulière.

Cependant, il faut souligner que la détermination des apports ou des pertes par évaporation par la méthode du bilan hydrologique est un calcul approximatif car elle est confrontée à quelques incertitudes comme par exemple la méconnaissance des volumes et surfaces correspondant aux niveaux d'eau, l'infiltration, les prélèvements divers etc...

On note également une insuffisance de données au niveau des sites étudiés à l'instar d'autres et les responsabilités se situent à plusieurs niveaux. On ne peut que déplorer cette situation lorsqu'on sait que le développement du pays passe par une bonne gestion des ressources en eau.

Enfin, la moitié du temps alloué à ce mémoire fut consacrée à la collecte des données ; l'Ingénieur, dans toutes les études qui lui seront confiées, aura toujours affaire à la recherche des données nécessaires à ses études. Il doit savoir où, quand et comment trouver ces données. Donc sur ce plan en plus, ce mémoire a été pour nous une véritable expérience professionnelle.

RÉFÉRENCES

BIBLIOGRAPHIQUES

- 1- CASENAVE-A et VALENTIN-C (1989)** Les états de surface de la zone sahélienne-  
*influence sur l'infiltration.*  
Collection DIDACTIQUES  
Editions de l'ORSTOM (226 p).
- 2- Bulletin FAO d'irrigation et de drainage**  
**N° 54 (1996)** Crues et apports: manuel pour l'estimation  
des débits de crues décennales et des  
apports annuels pour les petits bassins  
versants non jaugés de l'Afrique sahélienne  
et tropicale sèche.  
CIEH, ORSTOM, CEMAGREF (244 p)
- 3- J.P-BRUNEL et B. BOURON (1992)** Evaporation des nappes d'eau libre en  
Afrique Sahélienne et tropicale.  
CIEH, ORSTOM (410 p).
- 4- CHUZEVILLE B (1990)** Hydrologie tropicale et appliquée en Afrique  
subsaharienne. Collection Maîtrise de l'eau.  
Ministère français de la coopération et du  
développement. (275 p).
- 5- SANOGO I (1997)** Etudes hydro-météorologiques du bassin de  
la Comoé et bilan hydrologique des retenues  
de Toussiana, Lobi, et Moussodougou.  
Mémoire de Stage- ORSTOM (89 p)
- 6- N'DIAYE J.A (1997)** Modélisation pluie-débit des apports de  
bassins versants du Sud-Ouest du Burkina-  
Faso.  
Mémoire de fin d'études-EIER (88 p).
- 7- DURAND J.-M (1996)** Petits barrages pour l'équipement rural en  
Afrique. Cours de barrages. EIER.

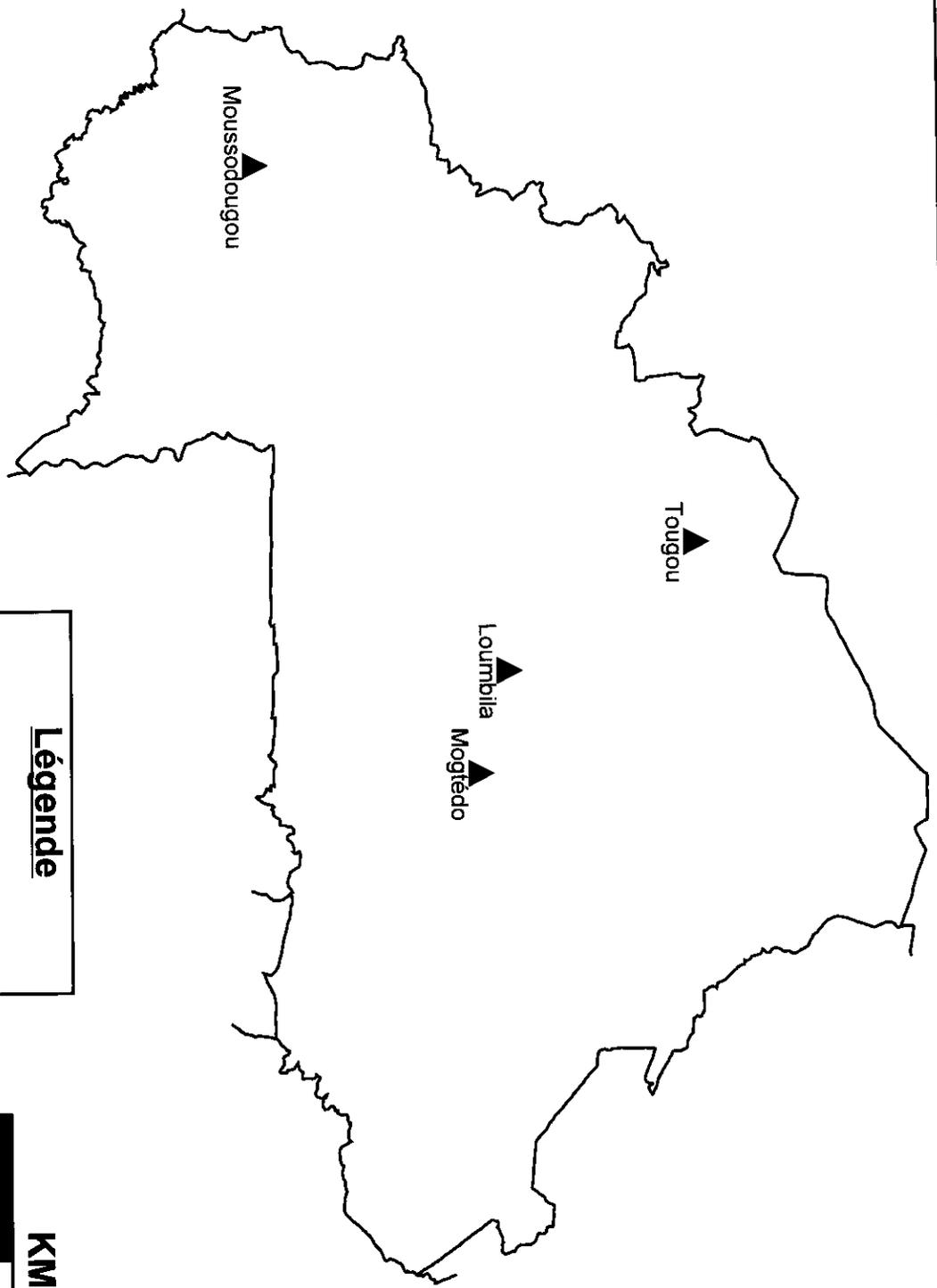
ANNEXES

## **ANNEXES**

<b><u>ANNEXE I</u></b>	Localisation des sites choisis
<b><u>ANNEXE II</u></b>	Coefficient de transposition k
<b><u>ANNEXE III-1</u></b>	Courbe hauteur-surface (Mogtédó)
<b><u>ANNEXE III-2</u></b>	Courbe hauteur-Volume (Mogtédó)
<b><u>ANNEXE IV-1</u></b>	Courbe hauteur-surface (Tougou)
<b><u>ANNEXE IV-2</u></b>	Courbe hauteur-Volume (Tougou)
<b><u>ANNEXE V-1</u></b>	Courbe hauteur-Volume (Moussodougou)
<b><u>ANNEXE V-2</u></b>	Courbe hauteur-surface (Moussodougou)
<b><u>ANNEXE VI-1</u></b>	Courbe hauteur-Volume (Loumbila)
<b><u>ANNEXE VI-2</u></b>	Courbe hauteur-surface (Loumbila)
<b><u>ANNEXE VII-1</u></b>	Evaporation bac à Ouahigouya
<b><u>ANNEXE VII-2</u></b>	Evaporation bac à Bérégadougou
<b><u>ANNEXE VII-3</u></b>	Evaporation bac à Ouagadougou
<b><u>ANNEXE VIII-1</u></b>	Bilan hydrologique mensuel du barrage de Tougou
<b><u>ANNEXE VIII-2</u></b>	Bilan hydrologique mensuel du barrage de Loumbila
<b><u>ANNEXE VIII-3</u></b>	Bilan hydrologique mensuel du barrage de Mogtédó
<b><u>ANNEXE VIII-4</u></b>	Bilan hydrologique mensuel du barrage de Moussodougou
<b><u>ANNEXE IX</u></b>	Bilan hydrologique journalier du barrage de Loumbila en 1992

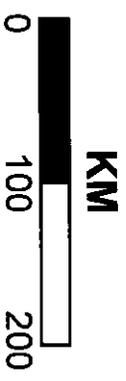
# LOCALISATION DES SITES ETUDIÉS

*Mémoire de fin d'études présenté par Amadou BOUREIMA (EIER - Juin 1998)*



**Légende**

▲ Sites étudiés



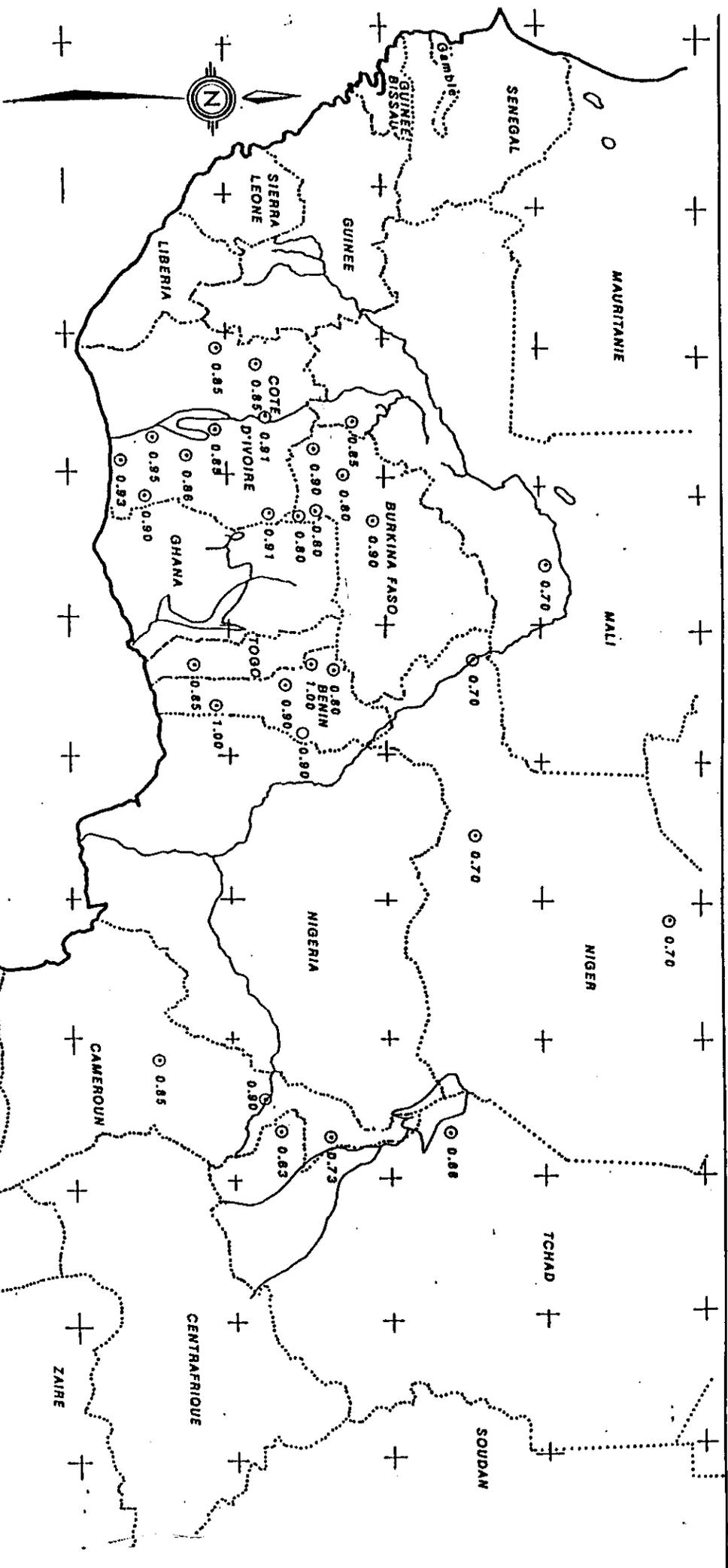
ANNEXE I

# ANNEXE II

(SOURCE: Evaporation des nappes d'eau libre en Afrique sahélienne et tropicale par J.P. BRUNEL)

## Coefficient de transposition k

Mémoire de fin d'études

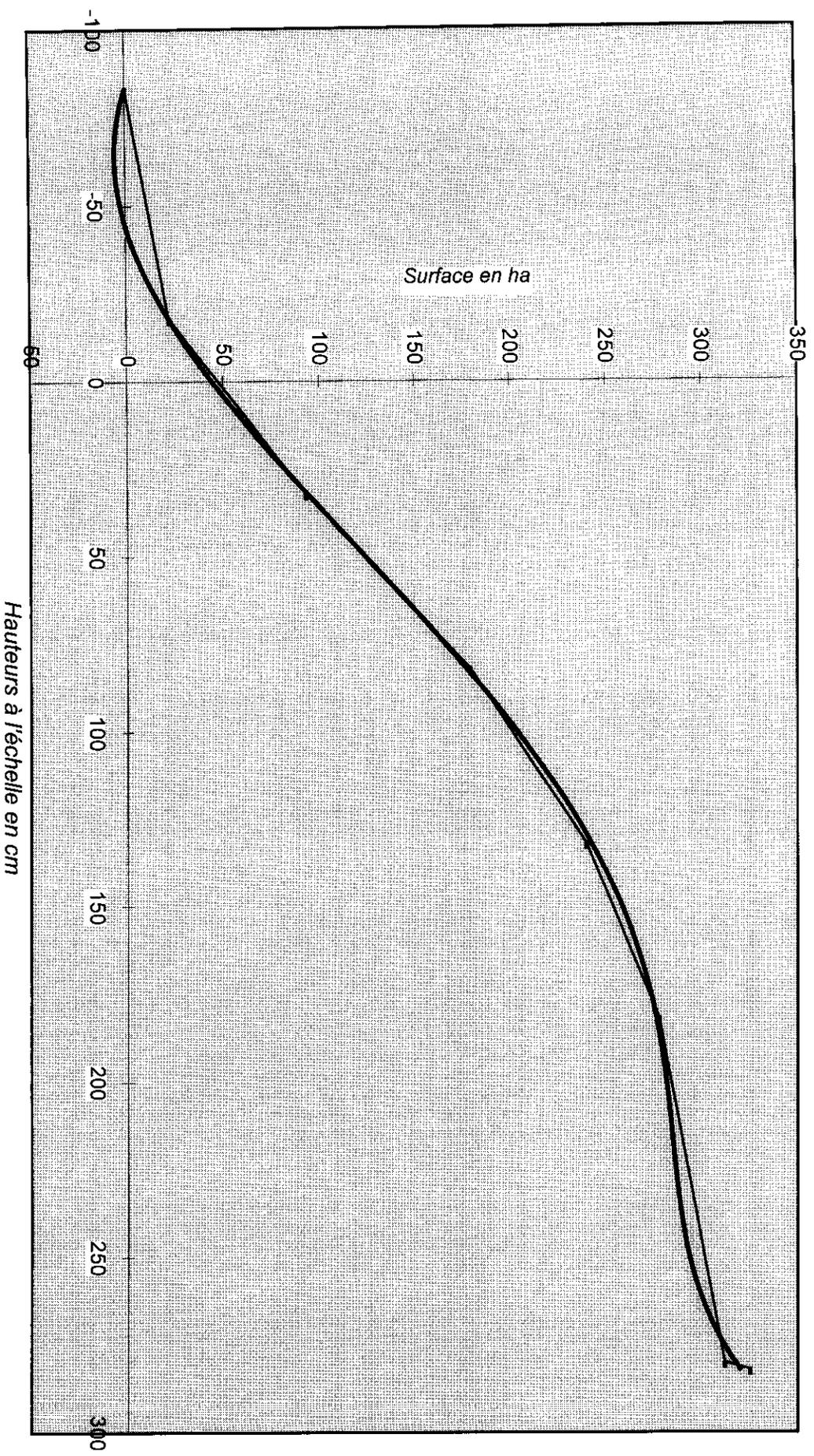


○ MOYENNE ANNUELLE DU RAPPORT  $k = \text{Eiac} / \text{ECOL}$   
avec

Eiac évaporation sur lac / ECOL évaporation sur bac colorado

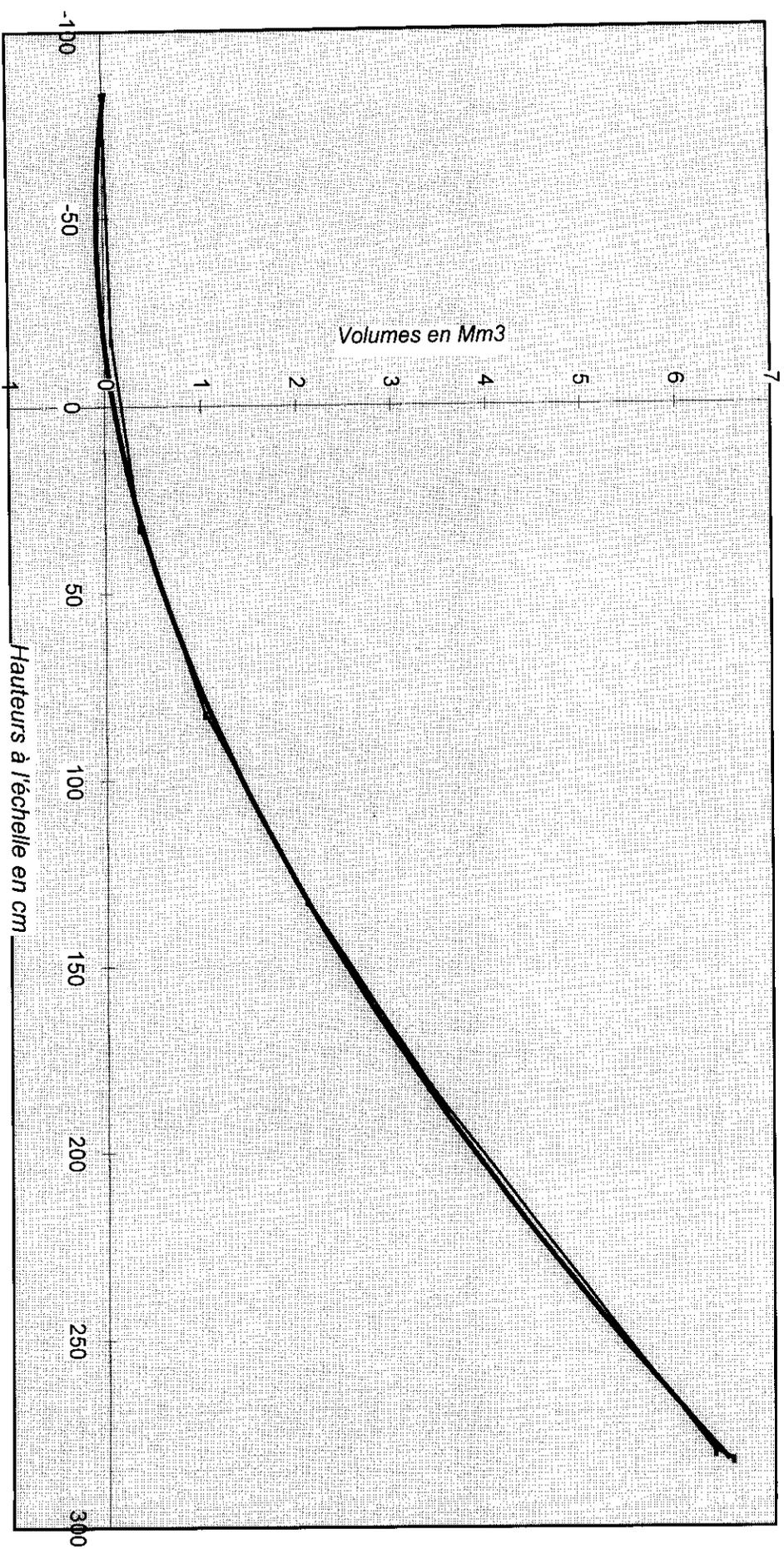
**Courbe Hauteur-Surface (MOGTEDO)**

$$y = 3E-10x^5 - 7E-09x^4 - 5E-05x^3 + 0.0066x^2 + 1.3822x + 44.378$$
$$R^2 = 0.9994$$



Courbe Hauteur-Volume(MOGTEDO)

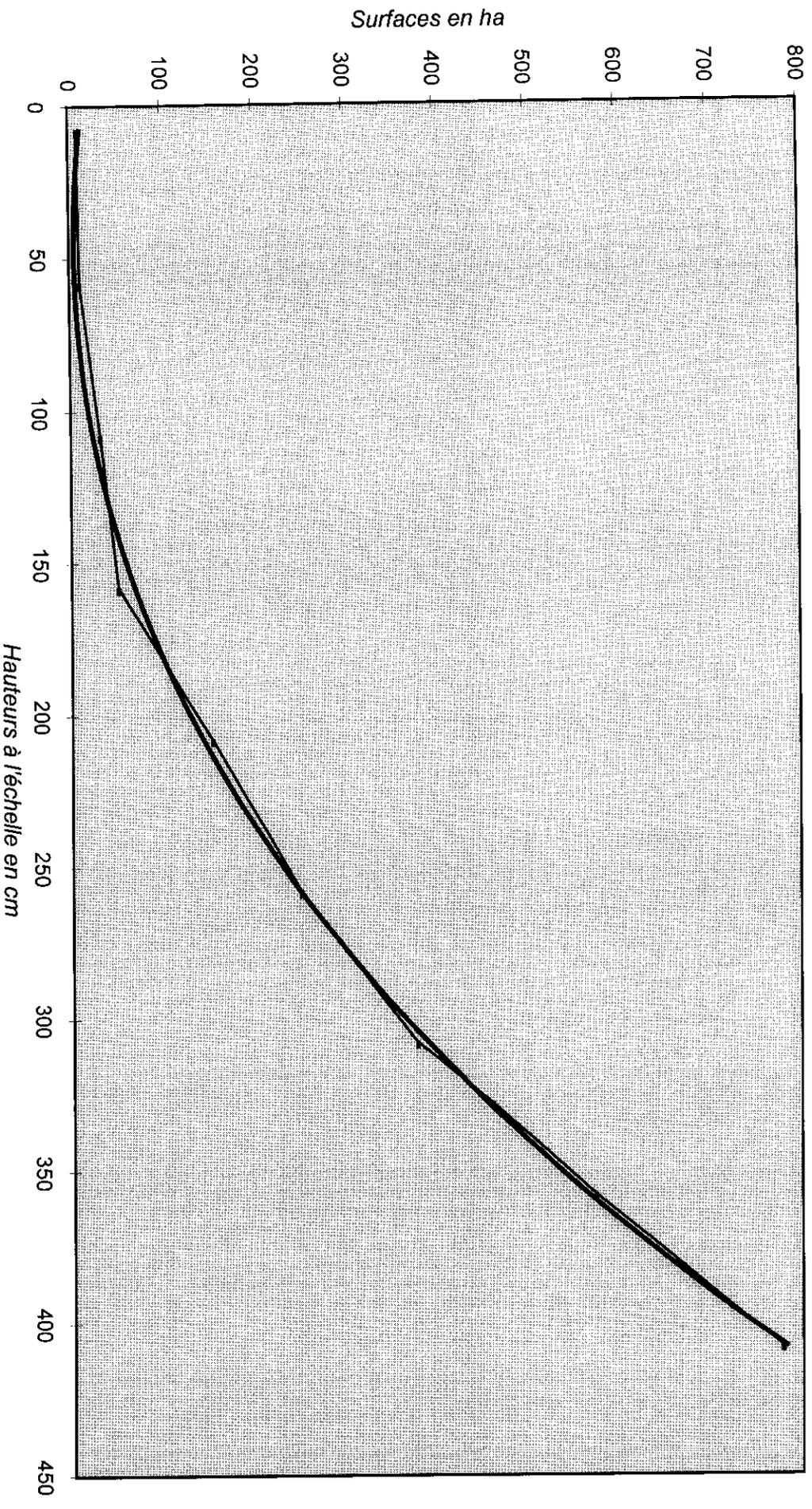
$$y = -4E-08x^3 + 7E-05x^2 + 0.0068x + 0.097$$
$$R^2 = 0.9996$$



**Courbe Hauteur-surface(TOUGOU)**

$$y = 3E-06x^3 + 0.0043x^2 - 0.4221x + 15.5$$

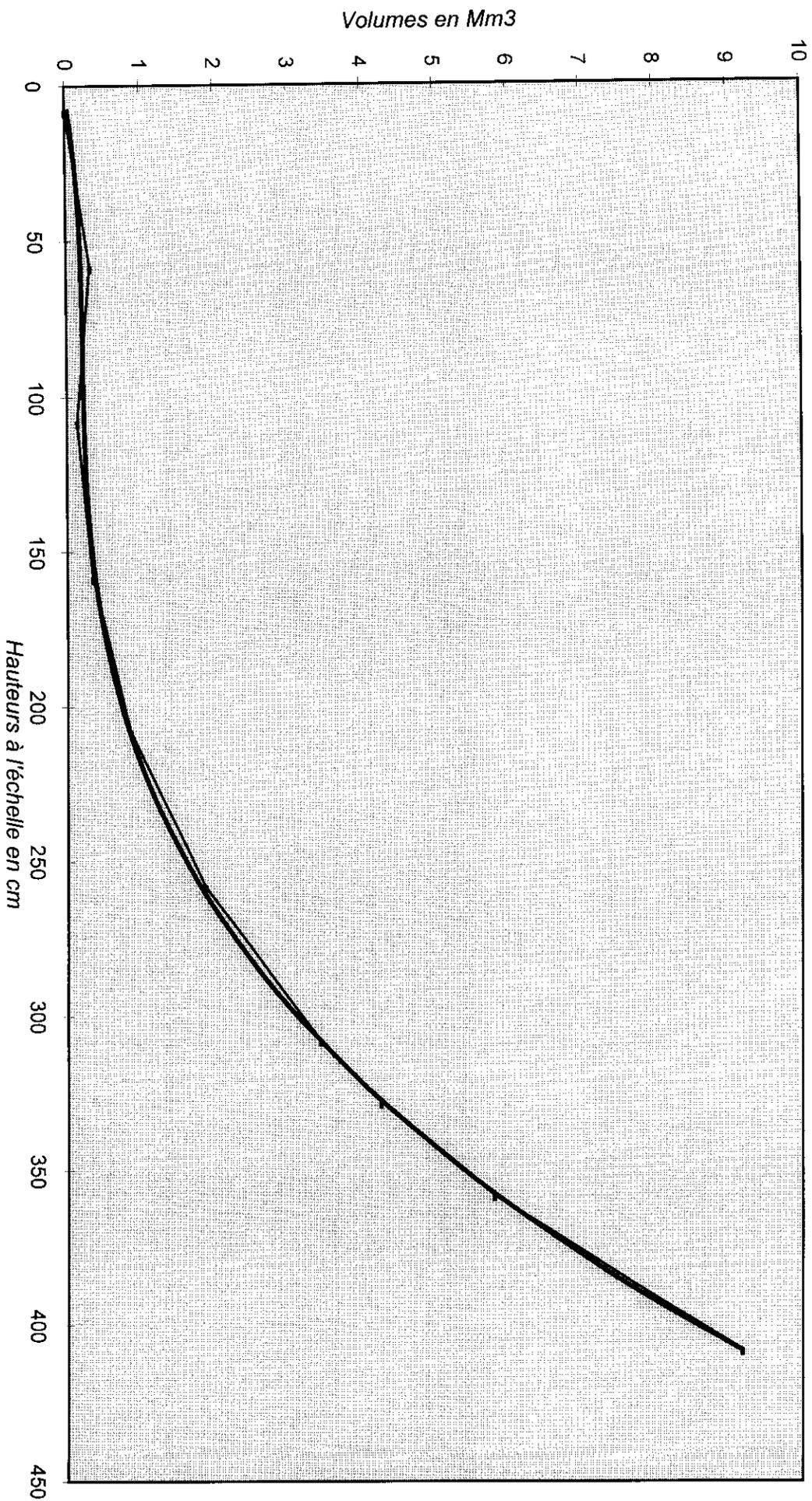
$R^2 = 0.9988$



**Courbe Hauteur-Volume(TOUGOU)**

$$y = -2E-10x^4 + 4E-07x^3 - 9E-05x^2 + 0.0075x - 0.0168$$

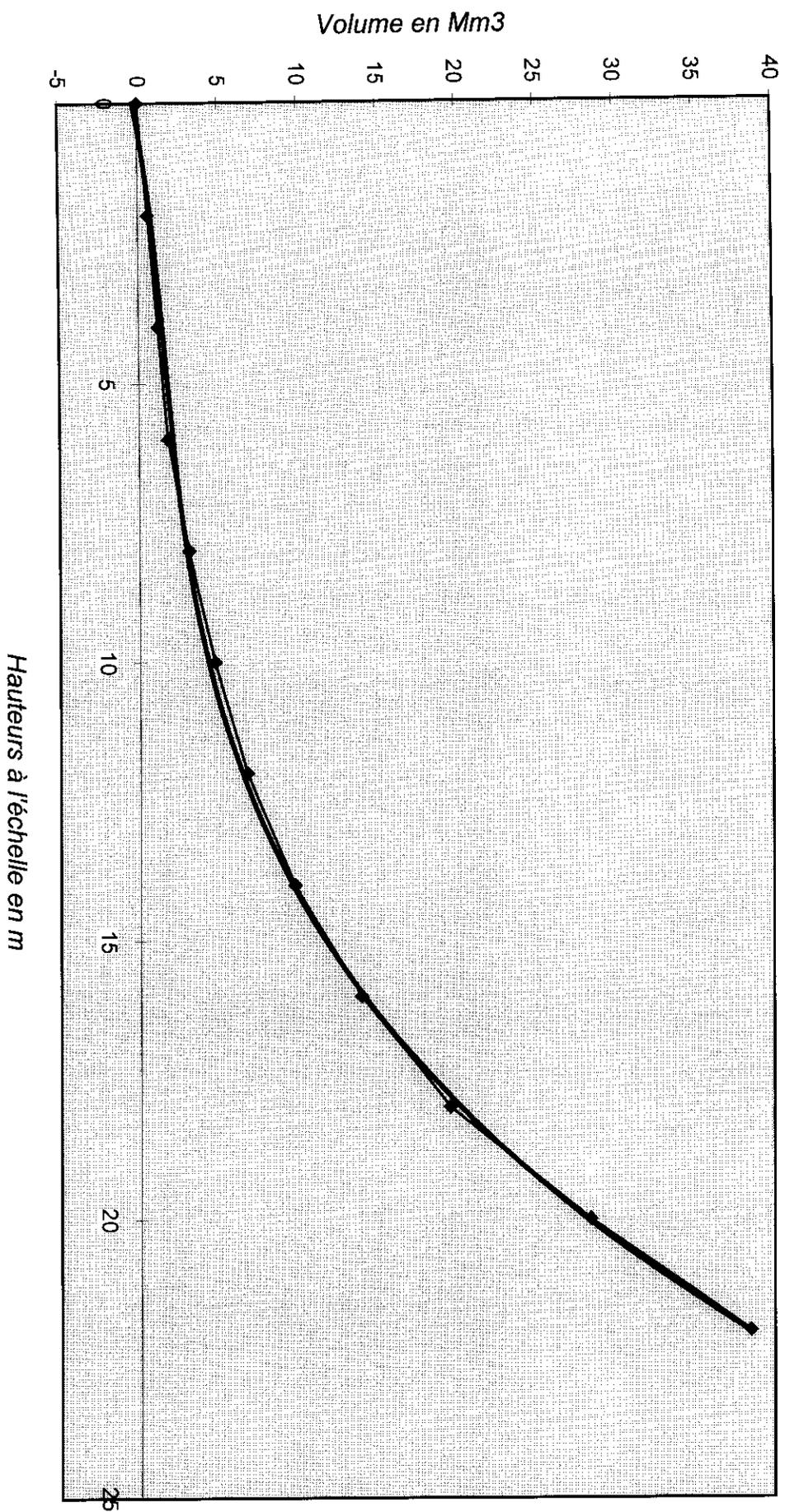
$R^2 = 0.9996$



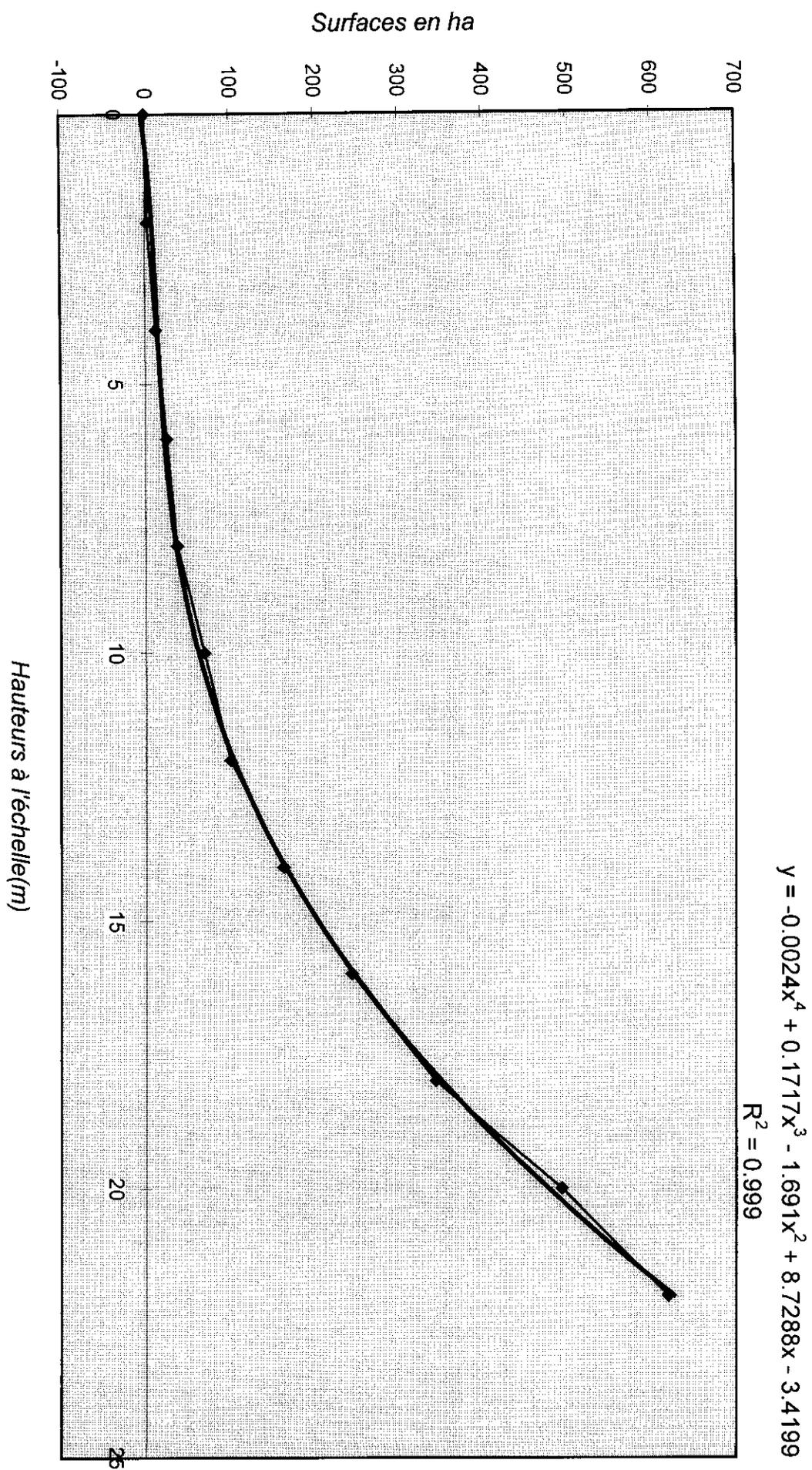
**Courbe Hauteur-Volume(MOUSSODOUGOU)**

$$y = 0.0058x^3 - 0.0788x^2 + 0.6613x - 0.2791$$

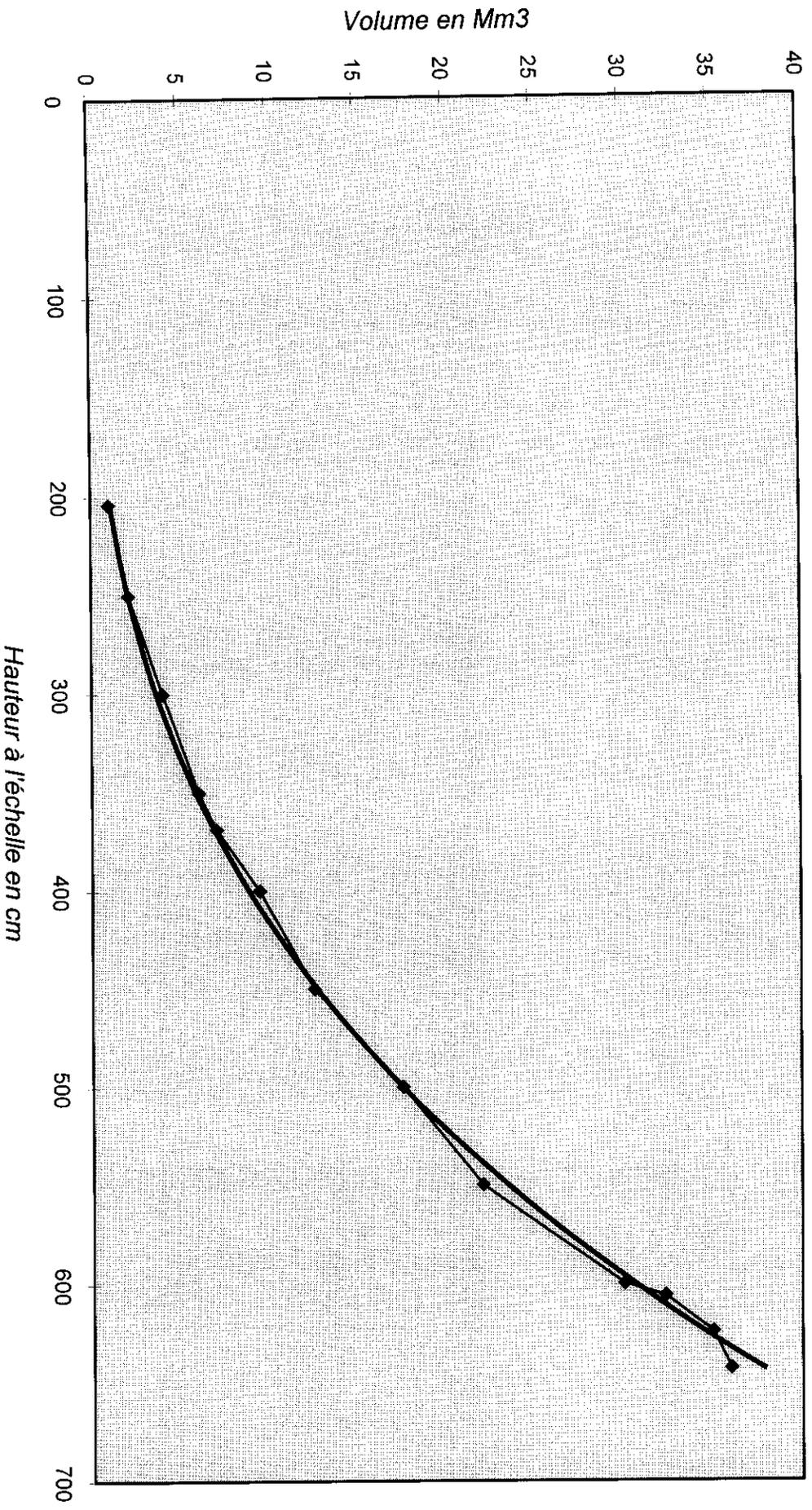
$$R^2 = 0.9993$$



**Courbe Hauteur-Surface(MOUSSODOUGOU)**



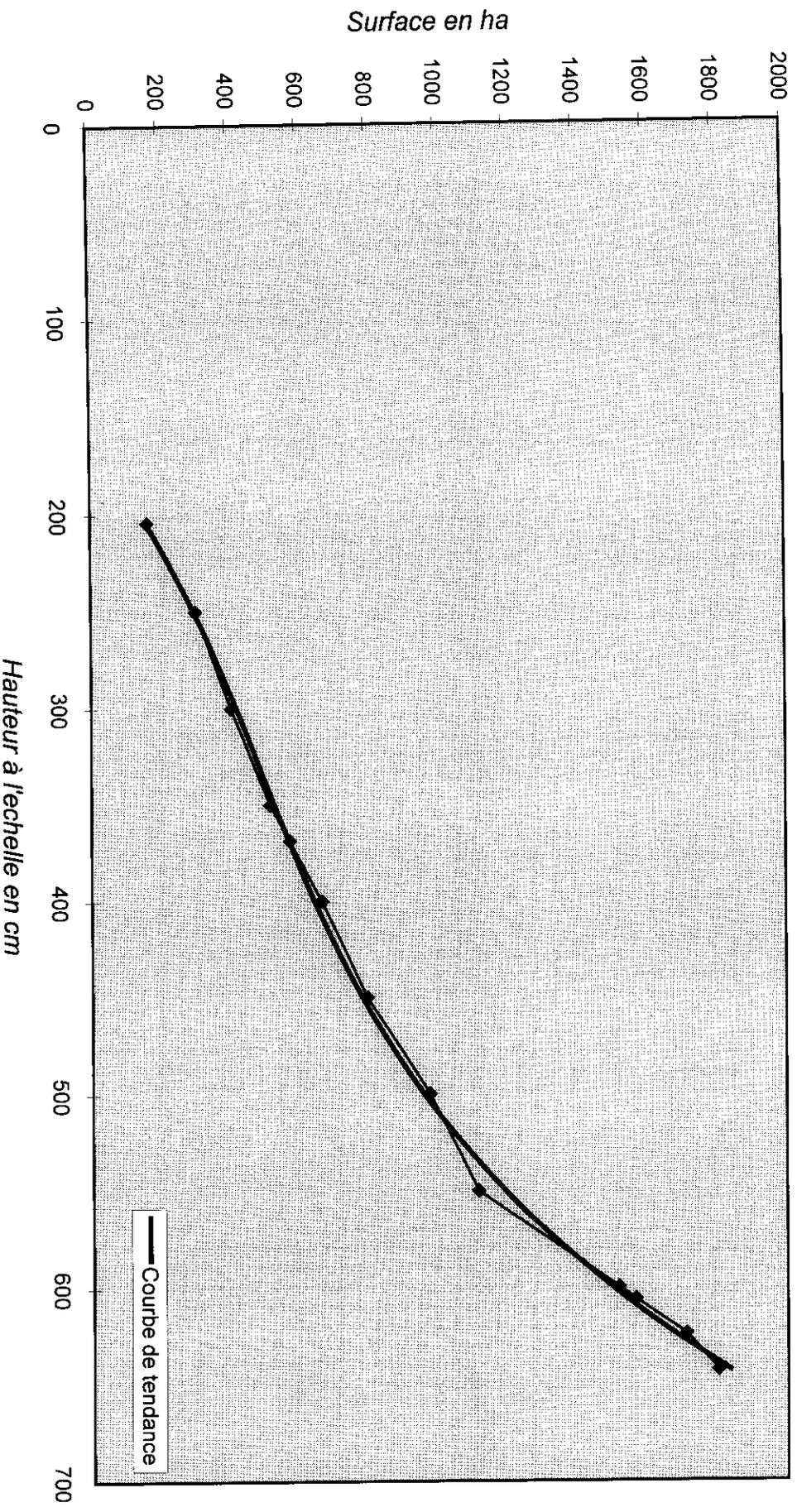
**Courbe Hauteur-Volume(LOUMBILA)**



$y = 7E-08x^{3,1022}$

$R^2 = 0,9979$

**Courbe hauteur-Surface(Loumbila)**



$$y = 2E-05x^3 - 0.023x^2 + 9.8319x - 1084$$

$$R^2 = 0.9973$$

## EVAPORATION, BAC (mm) POUR OUAHIGOUYA

Année	Jan	Fév	Mar	Avr	Mai	Jui	Juil	Aoû	Sep	Oct	Nov	Déc	TOTAL
1980	**	231	312	**	**	180	152	**	165	**	**	210	1249*
1981	213	243	287	282	**	206	151	154	151	**	224	204	2114*
1982	214	218	261	268	236	207	189	**	169	191	205	199	2357*
1983	244	240	299	286	**	341	294	221	249	325	315	300	3112*
1984	309	349	423	412	410	372	337	283	286	310	313	297	4100
1985	321	363	431	428	442	409	248	209	218	315	330	306	4019
1986	312	337	408	454	414	365	265	212	180	**	293	301	3541*
1987	311	326	405	461	493	308	289	225	193	268	294	285	3858
1988	280	341	**	394	428	349	237	**	176	271	282	300	3058*
1989	312	331	377	419	428	393	273	158	195	258	319	293	3757
1990	304	345	451	417	430	369	264	236	224	295	315	322	3972
1991	341	337	410	408	350	274	230	150	**	**	289	298	3086*
1992	292	371	408	416	375	318	240	195	189	252	257	286	3599
1993	306	335	429	433	438	353	234	183	191	231	269	299	3703
1994	**	333	397	431	388	338	**	**	140	172	230	279	2708*
<b>MOY</b>	<b>289*</b>	<b>313</b>	<b>378*</b>	<b>394*</b>	<b>403*</b>	<b>319</b>	<b>243*</b>	<b>202*</b>	<b>195*</b>	<b>262*</b>	<b>281*</b>	<b>279</b>	<b>3858*</b>

\* Année incomplète

\*\* Donnée manquante

## EVAPORATION, BAC (mm) POUR BEREGADOUGOU

Année	Jan	Fév	Mar	Avr	Mai	Jui	Juil	Aoû	Sep	Oct	Nov	Déc	TOTAL
1980	252	324	330	258	227	151	134	122	132	156	172	236	2491
1981	326	321	283	257	188	170	125	118	124	179	242	288	2620
1982	320	276	269	195	203	156	139	106	124	147	184	276	2395
1983	317	305	391	291	241	160	143	128	139	218	222	290	2844
1984	320	371	319	292	207	174	146	132	125	150	202	257	2694
1985	310	325	291	253	215	150	117	109	115	155	192	261	2493
1986	303	294	312	285	205	164	130	101	115	154	179	254	2496
1987	287	300	317	317	270	153	144	98	119	143	183	228	2560
1988	305	339	333	235	227	152	112	100	110	155	**	**	2068*
1989	319	324	280	270	263	167	**	**	**	**	**	**	1623*
<b>MOY</b>	<b>306</b>	<b>318</b>	<b>312</b>	<b>265</b>	<b>225</b>	<b>160</b>	<b>132*</b>	<b>113*</b>	<b>122*</b>	<b>162*</b>	<b>197*</b>	<b>261*</b>	<b>2574*</b>

\* Année incomplète

\*\* Donnée manquante

**EVAPORATION, BAC (mm) POUR OUAGADOUGOU AERO**

Année	Jan	Fév	Mar	Avr	Mai	Jui	Juil	Aoû	Sep	Oct	Nov	Déc	TOTAL
1980	**	303	378	**	**	234	219	**	203	**	**	244	1580*
1981	262	306	336	319	205	277	186	173	179	232	253	238	3043
1982	253	249	296	301	273	223	206	156	191	209	236	233	2828
1983	280	281	347	339	315	231	**	**	**	247	245	228	2513*
1984	238	271	308	324	303	246	233	211	177	204	226	230	2970
1985	262	284	324	334	332	297	211	197	178	228	241	260	3148
1986	249	264	319	353	310	273	181	168	163	227	209	241	2956
1987	236	262	312	357	366	**	226	176	**	202	231	237	2603*
1988	231	275	350	207	309	223	168	161	162	227	216	232	2841
1989	263	268	294	332	355	275	199	160	180	189	241	227	2982
1990	234	273	372	315	319	232	192	**	186	244	242	236	2843*
1991	271	255	323	307	225	212	188	162	196	220	226	239	2823
1992	247	302	333	348	299	254	225	174	184	228	226	250	3070
1993	268	282	365	351	377	265	211	183	168	225	207	241	3142
1994	252	245	296	316	286	**	191	144	158	163	207	243	2503*
<b>MOY</b>	<b>253*</b>	<b>275</b>	<b>330</b>	<b>327*</b>	<b>311*</b>	<b>249*</b>	<b>203*</b>	<b>172*</b>	<b>179*</b>	<b>217*</b>	<b>229*</b>	<b>239</b>	<b>2980*</b>

\* Année incomplète

\*\* Donnée manquante

**BILAN HYDROLOGIQUE MENSUEL**

**DU BARRAGE DE TOUGOU**

**ANNEXE VIII-1 Bilan hydrologique mensuel du barrage de TOUGOU**

Années 90, 91, 94, 95, 96, 97.

JOURS	H	S	Sm	V	dV	E	Vev	Vev+Vif	P	Vp	Vd	Vec
	cm	ha	ha	Mm3	Mm3	mm	Mm3	Mm3	mm	Mm3	Mm3	Mm3
01/01/90	250	225.6		1.702								
			200		-0.525	212.8	0.426	0.525				
01/02/90	226	174.4		1.177								
			146.7		-0.477	241.5	0.354	0.477				
01/03/90	195	118.9		0.700								
			93.46		-0.326	315.7	0.295	0.326				
01/04/90	158	67.99		0.375					2.6			
			56.13		-0.101	291.9	0.164			0.001		0.06
01/05/90	135	44.27		0.273					19.9			
			62.22		0.167	301.0	0.187			0.012		0.34
01/06/90	168	80.2		0.440					23.7			
			120.5		0.610	258.3	0.311			0.029		0.89
01/07/90	219	160.8		1.051					154.2			
			315.1		3.864	184.8	0.582			0.486	2.84	6.80
01/08/90	335	469.5		4.915					97.4			
			447.5		-0.644	165.2	0.739			0.436	0.45	0.11
01/09/90	322	425.6		4.271					75.8			
			417.5		-0.232	156.8	0.655			0.316		0.11
01/10/90	317	409.4		4.039					29.5			
			368.6		-1.109	206.5	0.761			0.109		-0.46
01/11/90	290	327.9		2.930								
			294.7		-0.822	220.5	0.650	0.822				
01/12/90	265	261.4		2.108								
			230.2		-0.687	225.4	0.519	0.687				
01/01/91	238	199.1		1.421								
<b>Annuel 90</b>					<b>-0.681</b>	<b>2760</b>	<b>5.845</b>		<b>402.1</b>	<b>1.309</b>	<b>15.3</b>	<b>9.39</b>
01/01/91	238	199.1		1.421								
			170.8		-0.532	238.7	0.408	0.532				
01/02/91	209	142.5		0.890								
			118.7		-0.359	235.9	0.280	0.358				
01/03/91	179	94.9		0.531								
			75.41		-0.213	287	0.216	0.213				
01/04/91	147	55.9		0.318								
			139.6		1.359	530.6	0.741		65.9	0.092		2.01
01/06/91	249	223.3		1.677					159.4			
			322.8		2.547	191.8	0.619			0.515		2.65
01/07/91	321	422.3		4.224					82.7			
			447.6		0.743	161	0.721			0.370	1.65	2.74
01/08/91	336	472.9		4.967					229.7			
			467.7		-0.155	105	0.491			1.074	13.28	12.54
01/09/91	333	462.5		4.812					105.9			
			436		-0.773	136.5	0.595			0.462	0.38	-0.26
01/10/91	317	409.4		4.039								
<b>Annuel 91</b>					<b>2.616</b>	<b>1007</b>	<b>4.071</b>		<b>645.6</b>	<b>2.512</b>	<b>15.3</b>	<b>9.39</b>

**ANNEXE VIII-1**

JOURS	H	S	Sm	V	dV	E	Vev	Vev+Vif	P	Vp	Vd	Vec
	cm	ha	ha	Mm3	Mm3	mm	Mm3	Mm3	mm	Mm3	Mm3	Mm3
01/01/95	299	353.9		3.273								
			206.5		-2.942	1244	2.568		56.7	0.117		-0.49
01/06/95	150	59.06		0.332					144.3			
			130.1		1.111	223.3	0.291			0.188		1.21
01/07/95	239	201.2		1.443					76			
			202.3		0.022	170.1	0.344			0.154		0.21
01/08/95	240	203.3		1.465					193.1			
			289.1		2.093	141.4	0.409			0.558		1.94
01/09/95	306	374.9		3.558					130.4			
			350		-0.665	136.5	0.478			0.456		-0.64
01/10/95	289	325.1		2.894					12.7			
			288.3		-0.900	183.4	0.529			0.037		-0.41
01/11/95	261	251.6		1.994								
			222.1		-0.637	196.7	0.437	0.637				
01/12/95	235	192.7		1.357								
			165.8		-0.497	195.3	0.324	0.497				
01/01/96	207	139		0.860								
<b>Annuel 95</b>					<b>2.414</b>	<b>2491</b>	<b>5.379</b>		<b>613.2</b>	<b>1.510</b>		<b>1.62</b>
01/01/96	207	139		0.860								
			116.3		-0.338	202.3	0.235	0.338				
01/02/96	178	93.53		0.522								
			75.23		-0.199	219.1	0.165	0.199				
01/03/96	148	56.94		0.323								
			45.58		-0.080	264.6	0.121	0.08				
01/04/96	123	34.22		0.243					9.4			
			27.85		-0.026	275.8	0.077			0.003		0.05
01/05/96	104	21.48		0.216								
			21.2		-0.001	505.4	0.107		70.2	0.015		0.09
01/07/96	103	20.92		0.215					156.2			
			226.5		4.151	170.1	0.385			0.354		4.18
01/08/96	324	432.2		4.366					287.3			
			466.7		1.029	141.4	0.660			1.341	26.23	26.58
01/09/96	344	501.3		5.395					191.9			
			499.5		-0.055	136.5	0.682			0.958	8.32	7.99
01/10/96	343	497.7		5.340					15.4			
			447.2		-1.481	183.4	0.820			0.069	2.88	2.15
01/11/96	313	396.6		3.860								
			356.7		-1.074	196.7	0.702	1.073				
01/12/96	286	316.7		2.786								
			285.4		-0.764	195.3	0.557	0.764				
01/01/97	262	254		2.022								
<b>Annuel 96</b>					<b>1.162</b>	<b>2491</b>	<b>4.510</b>		<b>730.4</b>	<b>2.740</b>	<b>51.46</b>	<b>21.04</b>

## ANNEXE VIII-1

JOURS	H	S	Sm	V	dV	E	Vev	Vev+Vif	P	Vp	Vd	Vec
	cm	ha	ha	Mm3	Mm3	mm	Mm3	Mm3	mm	Mm3	Mm3	Mm3
01/01/97	262	254		2.022								
			224.4		-0.644	202.3	0.454	0.644				
01/02/97	236	194.8		1.378								
			168.7		-0.488	219.1	0.370	0.488				
01/03/97	209	142.5		0.890								
			114.7		-0.411	264.6	0.303	0.411				
01/04/97	173	86.89		0.479					4.7			
			70.88		-0.165	275.8	0.195			0.003		0.03
01/05/97	146	54.87		0.314					28.7			
			47.81		-0.052	282.1	0.135			0.014		0.07
01/06/97	131	40.74		0.262					120.7			
			78.26		0.415	223.3	0.175			0.094		0.50
01/07/97	193	115.8		0.676					162.8			
			317.6		4.999	170.1	0.540			0.517	0.66	5.68
01/08/97	349	519.5		5.675					163.7			
			492.7		-0.812	141.4	0.697			0.807	10.88	9.96
01/09/97	334	466		4.863					87			
			444.1		-0.639	136.5	0.606			0.386	5.34	4.92
01/10/97	321	422.3		4.224					34			
			389.6		-0.911	183.4	0.715			0.132		-0.33
01/11/97	300	356.9		3.313								
			321.9		-0.899	196.4	0.632	0.898				
01/12/97	275	287		2.414								
			255.2		-0.737	195.3	0.498	0.737				
01/01/98	249	223.3		1.677								
Annuel 97					-0.345	2490	5.82		601.6	1.954	16.87	20.92

**BILAN HYDROLOGIQUE MENSUEL**

**DU BARRAGE DE LOUMBILA**

## ANNEXE VIII-2

### Bilan hydrologique mensuel du Barrage de LOUMBILA en 1991

JOURS	H	S	Sm	V	dV	E	Vev	Vev+Vif	P	Vp	Vd	Vpr	Vec
	cm	ha	ha	Mm3	Mm3	mm	Mm3	Mm3	mm	Mm3	Mm3	Mm3	Mm3
01/01/91	489	1064.9		15.41									
			1001.18		-2.66	243	2.43	1.88				0.78	
01/02/91	460	937.49		12.75									
			883.59		-2.26	229.5	2.03	1.43				0.82	
01/03/91	432	829.7		10.49									
			778.72		-2.10	290.7	2.26		0.4	0.00		0.70	0.86
01/04/91	402	727.74		8.39									
			686.53		-1.63	276.3	1.90		65.8	0.45		0.85	0.67
01/05/91	375	645.33		6.76									
			976.11		13.61	202.5	1.98		235	2.30		0.79	14.08
01/06/91	535	1306.9		20.37									
			1281.06		-1.04	190.8	2.44		95.1	1.22		0.78	0.96
01/07/91	526	1255.2		19.33									
			1342.57		3.50	169.2	2.27		158	2.12		0.66	4.31
01/08/91	555	1429.9		22.83									
			1755.51		12.35	145.8	2.56		249	4.37		0.69	11.23
01/09/91	638	2081.1		35.17									
			2026.26		-2.01	176.4	3.57		47.9	0.97		0.72	1.31
01/10/91	626	1971.4		33.16									
			1886.13		-3.18	198	3.73		49.4	0.93		0.71	0.33
01/11/91	606	1800.9		29.98									
			1700.87		-3.81	203.4	3.46	3.03				0.78	
01/12/91	580	1600.9		26.17									
			1512.17		-3.47	215.1	3.25	2.61				0.86	
01/01/92	554	1423.5		22.70									
<b>Annuel 91</b>					<b>7.28</b>	<b>2540.7</b>	<b>31.89</b>		<b>901</b>	<b>12.36</b>		<b>9.13</b>	<b>13.1</b>

## Bilan Hydrologique mensuel du Barrage de LOUMBILA

Années 92, 93, 94, 95

JOURS	H	S	Sm	V	dV	E	Vev	Vev+Vif	P	Vp	Vd	Vpr	Vec
	cm	ha	ha	Mm3	Mm3	mm	Mm3	Mm3	mm	Mm3	Mm3	Mm3	Mm3
01/01/92	554	1423		22.70									
			1348		-3.03	222.3	3.00	2.21				0.82	
01/02/92	529	1272		19.67									
			1193		-3.26	271.8	3.24	2.51				0.75	
01/03/92	499	1113		16.41									
			1044		-2.87	299.7	3.13	2.15				0.72	
01/04/92	469	975.2		13.54									
			911.6		-2.67	313.2	2.86		51.9	0.47		0.65	0.37
01/05/92	437	848		10.87									
			816		-1.33	269.1	2.20		12.9	0.11		0.69	1.45
01/06/92	419	784		9.54									
			768.9		-0.62	228.6	1.76		79.4	0.61		0.58	1.11
01/07/92	410	753.7		8.92									
			1092		13.90	202.5	2.21		246.7	2.69		0.87	14.29
01/08/92	555	1430		22.83									
			2082		23.86	156.6	3.26		244.7	5.09	45.7	0.63	68.36
01/09/92	699	2733		46.69									
			2412		-11.35	165.6	3.99		51	1.23	34.6	0.72	26.74
01/10/92	639	2091		35.34									
			1979		-4.12	205.2	4.06		4.9	0.10		0.76	0.61
01/11/92	614	1867		31.23									
			1764		-3.92	203.4	3.59		7.2	0.13		0.74	0.28
01/12/92	588	1660		27.31									
			1568		-3.57	225	3.53	2.79				0.78	
01/01/93	562	1476		23.73									
<b>ANNUEL 92</b>					<b>1.03</b>	<b>2763</b>	<b>36.81</b>		<b>698.7</b>	<b>10.43</b>	<b>80.3</b>	<b>8.71</b>	<b>113.2</b>
01/01/93	562	1476		23.73									
			1388		-3.48	241.2	3.35	2.67				0.81	
01/02/93	534	1301		20.25									
			1230		-2.91	253.8	3.12	2.17				0.74	
01/03/93	508	1158		17.35									
			1078		-3.35	328.5	3.54		9.4	0.10		0.78	0.86
01/04/93	474	996.8		13.99									
			929.8		-2.81	315.9	2.94		25.7	0.24		0.78	0.67
01/05/93	441	862.9		11.19									
			800.1		-2.60	339.3	2.71		8.4	0.07		0.81	0.86
01/06/93	405	737.4		8.59									
			837.4		4.16	238.5	2.00		128.8	1.08		0.74	5.82
01/07/93	460	937.5		12.75									
			1069		5.46	189.9	2.03		226.2	2.42		0.80	5.87
01/08/93	516	1200		18.21									
			1729		20.14	164.7	2.85		195.8	3.38	4.55	0.70	24.84
01/09/93	656	2257		38.34									
			2160		-3.51	151.2	3.27		97.8	2.11	2.49	0.67	0.80
01/10/93	636	2062		34.83									
			1961		-3.76	202.5	3.97		58.5	1.15		0.73	-0.21
01/11/93	613	1859		31.07									
			1759		-3.77	186.3	3.28	3.10				0.67	
01/12/93	588	1660		27.31									
			1561		-3.84	216.9	3.39	3.08				0.75	
01/01/94	560	1463		23.47									
<b>ANNUEL 93</b>					<b>-0.26</b>	<b>2628.7</b>	<b>36.44</b>		<b>750.9</b>	<b>10.56</b>	<b>20.4</b>	<b>8.52</b>	<b>113.2</b>

JOURS	H	S	Sm	V	dV	E	Vev	Vev+Vif	P	Vp	Vd	Vpr	Vec
	cm	ha	ha	Mm3	Mm3	mm	Mm3	Mm3	mm	Mm3	Mm3	Mm3	Mm3
01/01/94	560	1463		23.47									
			1295		-3.34	226.6	2.93	2.56				0.78	
01/02/94	533	1295		20.13									
			1222		-3.00	220.5	2.69	2.26				0.74	
01/03/94	506	1148		17.14									
			1077		-2.96	266.4	2.87		1.7	0.02		0.81	0.70
01/04/94	476	1006		14.18									
			941.8		-2.67	284.4	2.68		1	0.01		0.80	0.80
01/05/94	445	878.1		11.50									
			825.9		-2.17	257.4	2.13		14.2	0.12		0.80	0.64
01/06/94	416	773.8		9.33									
			905.4		5.50	224.1	2.03		108.4	0.98		0.69	7.24
01/07/94	483	1037		14.83									
			1647		23.51	171.9	2.83		130.5	2.15	22.77	0.72	47.68
01/08/94	656	2257		38.34									
			2293		1.28	129.6	2.97		296.3	6.79	56.1	0.67	54.24
01/09/94	663	2329		39.63									
			2258		-2.54	142.2	3.21		110.8	2.50	9.39	0.88	8.44
01/10/94	649	2187		37.09									
			2102		-3.10	146.7	3.08		64.9	1.36	0.85	0.74	0.21
01/11/94	631	2016		33.99									
			1896		-4.46	186.3	3.53	3.75				0.71	
01/12/94	603	1777		29.53									
			1671		-4.05	218.7	3.65	3.27				0.77	
01/01/95	575	1565		25.48									
					2.01	247.8	3.48		127.4	8.96	39.5	0.72	1.12
01/01/95	575	1565		25.48									
			1469		-3.78	227.7	3.35	3.01				0.77	
01/02/95	546	1373		21.70									
			1295		-3.16	247.5	3.20	2.46				0.70	
01/03/95	519	1217		18.54									
			1136		-3.32	297	3.37	2.58				0.74	
01/04/95	487	1056		15.22									
			982.4		-3.06	294.3	2.89		9.6	0.09		0.79	0.52
01/05/95	453	909.2		12.16									
			860.5		-2.04	279.9	2.41		50.3	0.43		0.80	0.74
01/06/95	427	811.8		10.12									
			866.5		2.29	224.1	1.94		114.3	0.99		0.78	4.02
01/07/95	456	921.2		12.41									
			974.6		2.23	182.7	1.78		118.3	1.15		0.72	3.58
01/08/95	481	1028		14.64									
			1185		6.44	154.8	1.83		258.2	3.06		0.71	5.93
01/09/95	541	1343		21.09									
			1337		-0.24	161.1	2.15		136	1.82		0.68	0.77
01/10/95	539	1331		20.85									
			1265		-2.64	195.3	2.47		13	0.16		0.69	0.36
01/11/95	516	1200		18.21									
			1121		-3.28	206.1	2.31		0.4	0.00		0.64	-0.33
01/12/95	484	1042		14.93									
			981.4		-2.53	215.1	2.11	1.88				0.65	
01/01/96	456	921.2		12.4									
					-13.09	2635.6	29.83		700.4	7.72		8.87	1.16

**ANNEXE VIII-2**

**Bilan Hydrologique mensuel du Barrage de LOUMBILA(1996-1997)**

Jours	H	S	Sm	V	dV	E	Vev	Vev+Vif	P	Vp	Vd	Vpr	Vec
	cm	ha	ha	Mm3	Mm3	mm	Mm3	Mm3	mm	Mm3	Mm3	Mm3	Mm3
01/01/96	456	921.2		12.4									
			868		-2.21	227.70	1.98	1.37				0.85	
01/02/96	428	815.4		10.2									
			764		-2.12	247.50	1.89	1.36				0.76	
01/03/96	397	711.9		8.07									
			661		-1.96	297.00	1.96	1.18				0.78	
01/04/96	363	610.9		6.12									
			557		-1.86	294.30	1.64		22.6	0.13		0.82	0.48
01/05/96	323	502.6		4.26									
			487		-0.47	279.90	1.36		45.8	0.22		0.78	1.45
01/06/96	311	471.3		3.79									
			548		2.60	224.10	1.23		40.1	0.22		0.68	4.28
01/07/96	368	625.1		6.38									
			665		1.57	182.70	1.22		129	0.86		0.78	2.71
01/08/96	395	705.6		7.95									
			919		8.87	154.80	1.42		193	1.77		0.79	9.31
01/09/96	503	1133		16.8									
			1360		9.07	161.10	2.19		224	3.04		0.77	8.98
01/10/96	578	1586		25.9									
			1528		-2.29	195.30	2.98		22.9	0.35		0.75	1.10
01/11/96	561	1469		23.6									
			1379		-3.58	206.10	2.84	2.79				0.79	
01/12/96	532	1289		20									
			1216		-2.99	215.10	2.62	2.16				0.83	
01/01/97	505	1143		17									
<b>Annuel 96</b>					<b>4.62</b>	<b>2385.5</b>	<b>21.33</b>		<b>677</b>	<b>6.23</b>		<b>1.33</b>	<b>28.13</b>
01/01/97	505	1143		17									
			1070		-3.04	260.10	2.78	2.25				0.79	
01/02/97	474	996.8		14									
			932		-2.73	247.50	2.31	1.97				0.76	
01/03/97	442	866.6		11.3									
			807		-2.48	297.00	2.40		49.2	0.4		0.82	0.34
01/04/97	408	747.2		8.79									
			704		-1.74	294.30	2.07		58	0.41		0.77	0.70
01/05/97	380	660		7.05									
			622		-1.44	279.90	1.74		51.6	0.32		0.77	0.74
01/06/97	353	583		5.61									
			589		0.20	224.10	1.32		66.4	0.39		0.88	2.00
01/07/97	357	594.1		5.81									
			642		1.83	182.70	1.17		111	0.71		0.64	2.93
01/08/97	390	690.2		7.64									
			788		4.02	154.80	1.22		155	1.22		0.60	4.63
01/09/97	447	885.8		11.7									
			882		-0.16	161.10	1.42		48	0.42		0.66	1.50
01/10/97	445	878.1		11.5									
			833		-1.89	195.30	1.63		48.1	0.4		0.59	-0.07
01/11/97	420	787.4		9.61									
			740		-1.91	206.10	1.53	1.43				0.49	
01/12/97	391	693.2		7.7									
			656		-1.43	227.70	1.49	1.43					
01/01/98	366	619.4		6.27									
<b>Annuel 97</b>					<b>10.76</b>	<b>1330.6</b>	<b>21.08</b>		<b>192</b>	<b>1.23</b>		<b>1.16</b>	<b>21.66</b>

**BILAN HYDROLOGIQUE MENSUEL**

**DU BARRAGE DE MOSTÉDO**

**Bilan Hydrologique mensuel du Barrage de MOGTEDO**

**ANNEXE VIII-3**

*Années 88, 89, 90, 96*

JOURS	H	S	V	Sm	dV	E	Vev	Vev+Vif	P	Vp	Vd	Vpr	Vec
	cm	ha	Mm3	ha	Mm3	mm	Mm3	Mm3	mm	Mm3	Mm3	Mm3	Mm3
01/01/88	191	267.7	3.67										
				264.2	-0.62	207.9	0.55	0.55				0.07	
01/02/88	169	260.8	3.05										
				251.7	-0.77	247.5	0.62	0.70				0.07	
01/03/88	139	242.7	2.29										
				225.7	-0.73	315.0	0.71		2.00	0.00		0.07	0.05
01/04/88	106	208.6	1.56										
				224.4	0.66	258.3	0.58		52.00	0.12		0.07	1.19
01/05/88	136	240.2	2.22										
				227.5	-0.56	278.1	0.63		61.50	0.14		0.07	0.01
01/06/88	111	214.7	1.66										
				235.1	1.10	200.7	0.47		131.3	0.31		0.06	1.32
01/07/88	158	255.5	2.76										
				258.5	0.35	151.1	0.39		161.8	0.42		0.06	0.38
01/08/88	171	261.6	3.11										
				295.0	3.58	144.9	0.43		310.3	0.92	13.15	0.06	16.30
01/09/88	282	328.5	6.68										
				321.2	-0.29	145.8	0.47		55.90	0.18	1.38	0.06	1.44
01/10/88	274	313.9	6.39										
				299.7	-0.91	204.3	0.61		6.50	0.02		0.07	-0.25
01/11/88	248	285.4	5.48										
				280.2	-0.76	194.4	0.54	0.69				0.07	
01/12/88	225	275.0	4.72										
				272.3	-0.78	208.8	0.57	0.71				0.07	
01/01/89	200	269.6	3.94										
<b>ANNUEL 88</b>					<b>0.27</b>	<b>2559.8</b>	<b>6.58</b>		<b>781.3</b>	<b>2.10</b>	<b>14.53</b>	<b>0.3</b>	<b>20.45</b>
JOURS	H	S	V	Sm	dV	E	Vev	Vev+Vif	P	Vp	Vd	Vpr	Vec
	cm	ha	Mm3	ha	Mm3	mm	Mm3	Mm3	mm	Mm3	Mm3	Mm3	Mm3
01/01/89	200	269.6	3.94										
				266.2	-0.75	236.7	0.63	0.68				0.07	
01/02/89	174	262.7	3.19										
				255.4	-0.73	241.2	0.62	0.66				0.07	
01/03/89	146	248.0	2.46										
				234.2	-0.69	264.6	0.62	0.62				0.07	
01/04/89	116	220.5	1.77										
				197.2	-0.68	298.8	0.59	0.61				0.07	
01/05/89	81	173.8	1.09										
				144.6	-0.54	319.5	0.46		6.20	0.01		0.07	-0.02
01/06/89	45	115.4	0.54										
				169.6	1.29	247.5	0.42		84.20	0.14		0.06	1.63
01/07/89	119	223.8	1.83										
				259.2	4.03	179.1	0.46		157.0	0.41		0.06	4.15
01/08/89	259	294.5	5.86										
				306.8	0.64	144.0	0.44		252.9	0.78	33.34	0.06	33.71
01/09/89	277	319.0	6.50										
				312.0	-0.32	162.0	0.51		139.8	0.44	14.73	0.06	14.53
01/10/89	268	305.1	6.18										
				293.1	-0.94	170.1	0.50	0.87				0.07	
01/11/89	241	281.2	5.24										
				276.8	-0.88	216.9	0.60	0.81				0.07	
01/12/89	214	272.4	4.37										
				270.3	-0.64	204.3	0.55	0.57				0.07	
01/01/90	193	268.2	3.73										
<b>ANNUEL 89</b>					<b>0.21</b>	<b>2884.7</b>	<b>6.40</b>		<b>840.1</b>	<b>1.77</b>	<b>42.07</b>	<b>0.3</b>	<b>45.99</b>

## ANNEXE VIII-3

JOURS	H	S	V	Sm	dV	E	Vev	Vev+Vif	P	Vp	Vd	Vpr	Vec
	cm	ha	Mm3	ha	Mm3	mm	Mm3	Mm3	mm	Mm3	Mm3	Mm3	Mm3
01/01/90	193	268.2	3.73										
				263.1	-0.84	210.6	0.55	0.77				0.07	
01/02/90	163	258.1	2.89										
				249.6	-0.65	245.7	0.61	0.58				0.07	
01/03/90	137	241.1	2.24										
				222.9	-0.74	334.8	0.75	0.67				0.07	
01/04/90	103	204.8	1.50										
				183.9	-0.53	283.5	0.52		17.80	0.03		0.07	0.03
01/05/90	74	163	0.97										
				140.9	-0.40	287.1	0.40		72.00	0.10		0.07	-0.03
01/06/90	47	118.8	0.57										
				117.1	-0.03	208.8	0.24		100.8	0.12		0.06	0.16
01/07/90	45	115.4	0.54										
				160.1	0.96	172.8	0.28		58.50	0.09		0.06	1.20
01/08/90	103	204.8	1.50										
				238.6	2.87	154.8	0.37		217.1	0.52		0.06	2.78
01/09/90	214	272.4	4.37										
				271.2	-0.37	167.4	0.45		80.60	0.22		0.06	-0.07
01/10/90	202	270	4.00										
				266.0	-0.86	219.6	0.58	0.79				0.07	
01/11/90	172	262	3.13										
				254.6	-0.70	217.8	0.55	0.63				0.07	
01/12/90	145	247.3	2.43										
				240.1	-0.40	212.4	0.51	0.33				0.07	
01/01/91	128	233	2.03										
<b>ANNUEL 90</b>					<b>-1.70</b>	<b>2716.3</b>	<b>5.83</b>		<b>546.8</b>	<b>1.08</b>		<b>0.6</b>	<b>4.06</b>
JOURS	H	S	V	Sm	dV	E	Vev	Vev+Vif	P	Vp	Vd	Vpr	Vec
	cm	ha	Mm3	ha	Mm3	mm	Mm3	Mm3	mm	Mm3	Mm3	Mm3	Mm3
01/01/95	221	274	4.59										
				270.9	-0.89	227.7	0.62	0.82				0.07	
01/02/95	192	267.9	3.70										
				263.0	-0.81	247.5	0.65	0.74				0.07	
01/03/95	163	258.1	2.89										
				242.0	-1.02	231.0	0.56	0.95				0.07	
01/04/95	121	226	1.87										
				196.8	-0.86	294.3	0.58		9.20	0.02		0.07	-0.23
01/05/95	77	167.7	1.02										
				175.9	0.19	279.9	0.49		82.70	0.15		0.07	0.61
01/06/95	88	184.2	1.21										
				177.5	-0.16	224.1	0.40		63.90	0.11		0.06	0.19
01/07/95	79	170.8	1.05										
				214.4	1.84	182.7	0.39		177.5	0.38		0.06	1.91
01/08/95	163	258.1	2.89										
				293.3	3.79	154.8	0.45		295.2	0.87	16.92	0.06	20.36
01/09/95	282	328.5	6.68										
				318.9	-0.40	161.1	0.51		97.00	0.31	0.076	0.06	-0.06
01/10/95	271	309.3	6.29										
				298.0	-0.74	195.3	0.58	0.67				0.07	
01/11/95	250	286.8	5.55										
				280.6	-0.90	206.1	0.58	0.83				0.07	
01/12/95	223	274.5	4.65										
				271.8	-0.77	215.1	0.58	0.70				0.07	
01/01/96	198	269.2	3.88										
<b>ANNUEL 95</b>					<b>-0.71</b>	<b>2619.6</b>	<b>6.40</b>		<b>725.6</b>	<b>1.83</b>	<b>16.98</b>	<b>0.6</b>	<b>22.18</b>

## ANNEXE VIII-3

JOURS	H	S	V	Sm	dV	E	Vev	Vev+Vif	P	Vp	Vd	Vpr	Vec
	cm	ha	Mm3	ha	Mm3	mm	Mm3	Mm3	mm	Mm3	Mm3	Mm3	Mm3
01/01/96	198	269.2	3.88										
				265.0	-0.82	227.7	0.60	0.75				0.07	
01/02/96	169	260.8	3.05										
				248.3	-0.95	247.5	0.61	0.88				0.07	
01/03/96	131	235.8	2.10										
				207.1	-0.96	297.0	0.61	0.89				0.07	
01/04/96	84	178.3	1.14										
				140.2	-0.70	294.3	0.41		10.10	0.01		0.07	-0.23
01/05/96	37	102	0.44										
				98.7	-0.05	279.9	0.28		106.7	0.11		0.07	0.19
01/06/96	33	95.38	0.40										
				136.9	0.74	224.1	0.31		85.30	0.12		0.06	0.99
01/07/96	84	178.3	1.14										
				221.7	2.25	182.7	0.41		145.4	0.32		0.06	2.39
01/08/96	181	265.1	3.38										
				302.2	3.48	154.8	0.47		196.2	0.59	9.24	0.06	12.66
01/09/96	287	339.4	6.87										
				327.5	-0.44	161.1	0.53		100.0	0.33	9.5	0.06	9.32
01/10/96	275	315.6	6.43										
				300.5	-0.95	195.3	0.59		17.40	0.05		0.07	-0.35
01/11/96	248	285.4	5.48										
				279.9	-0.83	206.1	0.58	0.76				0.07	
01/12/96	223	274.5	4.65										
				271.9	-0.74	215.1	0.58	0.67				0.07	
01/01/97	199	269.4	3.91										
<b>ANNUEL 96</b>					<b>0.03</b>	<b>2685.6</b>	<b>5.98</b>		<b>661</b>	<b>1.631</b>	<b>16.74</b>	<b>0.8</b>	<b>24.98</b>

**BILAN HYDROLOGIQUE MENSUEL**

**DU BARRAGE DE MOUSSODOUGOU**

## Bilan Hydrologique mensuel du Barrage de MOUSSODOUGOU

Années 91 à 95

Jour	H	S	Sm	V	dV	E	Vev	Vev+Vif	P	Vp	V(pr+d)	Vec
	m	ha	ha	Mm3	Mm3	mm	Mm3	Mm3	mm	Mm3	Mm3	Mm3
01/06/91	8.66	43.4		3.30								
			56.54		1.22	128.00	0.07		64.5	0.04	0	1.26
01/07/91	10.3	68.1		4.53								
			116.9		7.00	105.60	0.12		234.7	0.27	0	6.85
01/08/91	15	206		11.53								
			309.1		15.07	90.40	0.28		217.4	0.67	0	14.67
01/09/91	19.7	465		26.60								
			548.7		8.14	97.60	0.54		111.3	0.61	0	8.06
01/10/91	21.4	590		34.73								
			627.8		3.49	129.60	0.81		137.5	0.86	3.25	6.69
01/11/91	22.1	641		38.23								
			640.9		-0.11	157.60	1.01				4.46	
01/12/91	22	639		38.11								
			614.2		-3.54	208.80	1.28	-3.62			7.16	
01/01/92	21.4	588		34.57								
<b>Bilan 91</b>					<b>31.27</b>	<b>917.6</b>	<b>4.12</b>		<b>765.7</b>	<b>2.25</b>	<b>14.01</b>	<b>3.52</b>
<b>Jour</b>	<b>H</b>	<b>S</b>	<b>Sm</b>	<b>V</b>	<b>dV</b>	<b>E</b>	<b>Vev</b>	<b>Vev+Vif</b>	<b>P</b>	<b>Vp</b>	<b>V(pr+d)</b>	<b>Vec</b>
	m	ha	ha	Mm3	Mm3	mm	Mm3	Mm3	mm	Mm3	Mm3	Mm3
01/01/92	21.4	588		34.57								
			569.2		-2.60	244.80	1.39		1.5	0.01	6.59	5.37
01/02/92	20.9	548		31.97								
			522.3		-3.47	254.40	1.33	-3.95			7.42	
01/03/92	20.2	495		28.50								
			456.9		-4.84	249.60	1.14	-3.70			8.54	
01/04/92	19	418		23.66								
			381.8		-4.19	212.00	0.81		13.1	0.05	8.27	4.84
01/05/92	17.9	348		19.47								
			317.5		-3.61	180.00	0.57		129.5	0.41	7.84	4.39
01/06/92	16.7	285		15.86								
			282.4		0.41	128.00	0.36		176.9	0.50	5.01	5.28
01/07/92	16.9	292		16.27								
			317.9		4.07	105.60	0.34		223.7	0.71	4.15	7.84
01/08/92	18.1	362		20.34								
			392.9		4.53	90.40	0.36		205.2	0.81	3.80	7.88
01/09/92	19.3	437		24.87								
			509.2		8.46	97.60	0.50		126.9	0.65	0.00	8.31
01/10/92	21.2	569		33.33								
			564.6		-1.75	129.60	0.73		48.2	0.27	6.68	5.39
01/11/92	20.8	542		31.58								
			510.3		-4.24	157.60	0.80		9.2	0.05	8.16	4.68
01/12/92	19.9	477		27.34								
			439.2		-4.73	208.80	0.92	-3.71			8.44	
01/01/93	18.7	400		22.61								
<b>Bilan 92</b>					<b>11.99</b>	<b>2039.4</b>	<b>9.24</b>		<b>992.7</b>	<b>3.36</b>	<b>53.01</b>	<b>5.33</b>

**ANNEXE VIII-4**

Jour	H	S	Sm	V	dV	E	Vev	Vev+Vif	P	Vp	V(pr+d)	Vec
	m	ha	ha	Mm3	Mm3	mm	Mm3	Mm3	mm	Mm3	Mm3	Mm3
01/01/93	18.7	400		22.61								
			359.6		-4.75	244.80	0.88	-3.79			8.54	
01/02/93	17.4	320		17.86								
			285.4		-3.85	254.40	0.73		3.2	0.01	7.47	4.34
01/03/93	16.1	252		14.02								
			216.9		-3.73	249.60	0.54		47.8	0.10	7.28	3.98
01/04/93	14.4	182		10.28								
			156.1		-2.69	212.00	0.33		5.6	0.01	6.37	3.99
01/05/93	12.9	130		7.59								
			113		-1.69	180.00	0.20		56.1	0.06	6.11	4.56
01/06/93	11.7	96		5.90								
			87.15		-0.87	128.00	0.11		122.2	0.11	5.51	4.64
01/07/93	10.9	78.3		5.03								
			121.6		4.35	105.60	0.13		198.5	0.24	0	4.23
01/08/93	14	165		9.38								
			298.4		15.17	90.40	0.27		312.2	0.93	0	14.51
01/09/93	19.2	432		24.54								
			497.4		8.38	97.60	0.49		190.6	0.95	0	7.92
01/10/93	21.1	563		32.92								
			563.2		0.05	129.60	0.73		67.4	0.38	4.54	4.94
01/11/93	21.1	564		32.98								
			535.4		-3.69	157.60	0.84		9.5	0.05	6.48	3.58
01/12/93	20.3	507		29.28								
			479.2		-3.54	208.80	1.00	-3.15			6.70	
01/01/94	19.5	451		25.74								
<b>ANNUEL 93</b>					<b>3.13</b>	<b>2083.4</b>	<b>6.25</b>		<b>1000</b>	<b>2.94</b>	<b>58.92</b>	<b>52.31</b>

## ANNEXE VIII-4

Jour	H	S	Sm	V	dV	E	Vev	Vev+Vif	P	Vp	V(pr+d)	Vec
	m	ha	ha	Mm3	Mm3	mm	Mm3	Mm3	mm	Mm3	Mm3	Mm3
01/01/94	19.5	451		25.74								
			416.8		-4.22	244.80	1.02		4	0.02	7.41	4.20
01/02/94	18.5	382		21.52								
			349.7		-3.82	254.40	0.89	-2.84			6.66	
01/03/94	17.3	317		17.70								
			281.4		-4.02	249.60	0.70		5.5	0.02	7.40	4.07
01/04/94	15.9	246		13.68								
			218.2		-2.95	212.00	0.46		82.1	0.18	6.59	3.93
01/05/94	14.7	191		10.73								
			172.9		-1.86	180.00	0.31		61.6	0.11	5.58	3.92
01/06/94	13.7	155		8.87								
			141.4		-1.39	128.00	0.18		138.6	0.20	6.17	4.77
01/07/94	12.8	128		7.48								
			189		6.45	105.60	0.20		232	0.44	1.58	7.79
01/08/94	16	250		13.94								
			326.6		8.83	90.40	0.30		309	1.01	0.76	8.88
01/09/94	18.8	403		22.76								
			474.9		9.11	97.60	0.46		262.1	1.24	0.00	8.33
01/10/94	20.9	547		31.87								
			575.1		3.76	129.60	0.75		141.3	0.81	0.18	3.88
01/11/94	21.6	603		35.64								
			587.3		-2.15	157.60	0.93		31.5	0.18	5.49	4.08
01/12/94	21.2	571		33.49								
			543.2		-3.69	208.80	1.13	-3.37			7.05	
01/01/95	20.4	515		29.80								
<b>ANNUEL 94</b>					<b>4.05</b>	<b>2059.4</b>	<b>7.33</b>		<b>1268</b>	<b>4.2</b>	<b>54.3</b>	<b>7.92</b>
Jour	H	S	Sm	V	dV	E	Vev	Vev+Vif	P	Vp	V(pr+d)	Vec
	m	ha	ha	Mm3	Mm3	mm	Mm3	Mm3	mm	Mm3	Mm3	Mm3
01/01/95	20.4	515		29.8								
			472.5		-5.38	244.80	1.16	-2.55			7.93	
01/02/95	19.2	430		24.4								
			401.5		-3.44	254.40	1.02	-3.14			6.58	
01/03/95	18.3	373		21								
			341.6		-3.68	249.60	0.85		46	0.16	7.29	4.30
01/04/95	17.2	310		17.3								
			286.9		-2.61	212.00	0.61		75.6	0.22	7.05	4.83
01/05/95	16.3	264		14.7								
			251.9		-1.31	180.00	0.45		97	0.24	6.07	4.97
01/06/95	15.8	240		13.4								
			247.1		0.77	128.00	0.32		187.3	0.46	4.27	4.89
01/07/95	16.1	254		14.1								
			301.7		5.43	105.60	0.32		182.6	0.55	0.00	5.20
01/08/95	17.9	349		19.6								
			496.9		18.88	90.40	0.45		329.7	1.64	2.12	19.81
01/09/95	22.1	644		38.5								
			644.4		0.00	97.60	0.63		271.2	1.75	17.63	16.52
01/10/95	22.1	644		38.5								
			644.4		0.00	129.60	0.84		96	0.62	8.78	9.00
01/11/95	22.1	644		38.5								
			636.2		-1.12	157.60	1.00		52.9	0.34	6.05	5.59
01/12/95	21.9	628		37.3								
			604.3		-3.23	208.80	1.26	-4.74			7.96	
01/01/96	21.3	581		34.1								
<b>ANNUEL 95</b>					<b>4.3</b>	<b>2059.4</b>	<b>8.9</b>		<b>1438</b>	<b>5.97</b>	<b>61.73</b>	<b>76.1</b>

**BILAN HYDROLOGIQUE JOURNALIER**

**DU BARRAGE DE LOUMBILA EN 1992**

## ANNEXE IX

**BARRAGE DE LOUMBILA-BILAN JOURNALIER EN 1992**

JOURS	H	S	Sm	V	dV	E	Vev	Vev+Vif	P	Vp	h1t	hm1	Qd1	h2l	hm2	Qd2	Vd	Vpr	Vec
	cm	ha	ha	Mm3	Mm3	mm/j	Mm3	Mm3	mm	Mm3	cm	cm	m3/s	cm	cm	m3/s	Mm3	Mm3	Mm3
01/01/92	554	1423.464		22.70		7.2												0.0178	
			1420.26		-0.127		0.1023	0.109											
2	553	1417.063		22.57		7.2												0.0223	
			1413.88		-0.126		0.1018	0.104											
3	552	1410.692		22.45		7.2												0.0223	
			1407.52		-0.126		0.1013	0.104											
4	551	1404.351		22.32		7.2												0.0228	
			1401.2		-0.125		0.1009	0.103											
5	550	1398.04		22.19		7.2												0.0218	
			1394.9		-0.125		0.1004	0.103											
6	549	1391.759		22.07		7.2												0.0208	
			1388.63		-0.124		0.1	0.104											
7	548	1385.507		21.95		7.2												0.0223	
			1382.4		-0.124		0.0995	0.102											
8	547	1379.285		21.82		7.2												0.0203	
			1376.19		-0.124		0.0991	0.103											
9	546	1373.092		21.70		7.2												0.0208	
			1370.01		-0.123		0.0988	0.102											
10	545	1368.929		21.57		7.2												0.0201	
			1366.93		0.000		0.0984	-0.020											
11	545	1366.929		21.57		7.2												0.0203	
			1363.86		-0.123		0.0982	0.102											
12	544	1360.795		21.45		7.2												0.0197	
			1357.74		-0.122		0.0978	0.102											
13	543	1354.69		21.33		7.2												0.0201	
			1351.65		-0.122		0.0973	0.101											
14	542	1348.614		21.21		7.2												0.0182	
			1348.61		0.000		0.0971	-0.019											
15	542	1348.614		21.21		7.2												0.0173	
			1342.58		-0.242		0.0967	0.225											
16	540	1336.548		20.97		7.2												0.02	
			1336.55		0.000		0.0962	-0.020											
17	540	1336.548		20.97		7.2												0.0198	
			1333.55		-0.120		0.096	0.100											
18	539	1330.558		20.85		7.2												0.0191	
			1330.56		0.000		0.0958	-0.019											
19	539	1330.558		20.85		7.2												0.0203	
			1327.58		-0.120		0.0956	0.099											
20	538	1324.597		20.73		7.2												0.208	
			1324.6		0.000		0.0954	-0.208											
21	538	1324.597		20.73		7.2												0.0028	
			1321.63		-0.119		0.0952	0.116											
22	537	1318.664		20.61		7.2												0.0195	
			1315.71		-0.119		0.0947	0.099											
23	536	1312.759		20.49		7.2												0.022	
			1309.82		-0.118		0.0943	0.096											
24	535	1306.882		20.37		7.2												0.0229	
			1306.88		0.000		0.0941	-0.023											
25	535	1306.882		20.37		7.2												0.0221	
			1303.96		-0.118		0.0939	0.096											
26	534	1301.033		20.25		7.2												0.0248	
			1298.12		-0.117		0.0935	0.093											
27	533	1295.212		20.13		7.2												0.0212	
			1292.32		-0.117		0.093	0.096											
28	532	1289.419		20.02		7.2												0.0235	
			1286.54		-0.116		0.0926	0.093											
29	531	1283.654		19.90		7.2												0.0215	
			1283.65		0.000		0.0924	-0.022											
30	531	1283.654		19.90		7.2												0.0202	
			1280.78		-0.116		0.0922	0.096											
31/01/92	530	1277.916		19.79		7.2												0.023	
			1275.06		-0.1156		0.0918	0.093											
01/02/92	529	1272.205		19.67		9.3													

**ANNEXE IX**

JOURS	H	S	Sm	V	dV	E	Vev	Vev+Vlf	P	Vp	h1t	hm1	Qd1	h2l	hm2	Qd2	Vd	Vpr	Vec	
	cm	ha	ha	Mm3	Mm3	mm/j	Mm3	Mm3	mm	Mm3	cm	cm	m3/s	cm	cm	m3/s	Mm3	Mm3	Mm3	
01/02/92	529	1272.205		19.67		9.3													0.0113	
			1269.36		-0.1151		0.118	0.104												
2	528	1266.522		19.55		9.3													0.0259	
			1263.69		-0.1147		0.1175	0.089												
3	527	1260.866		19.44		9.3													0.0221	
			1258.05		-0.1142		0.117	0.092												
4	526	1255.237		19.33		9.3													0.0277	
			1252.44		-0.1138		0.1165	0.086												
5	525	1249.635		19.21		9.3													0.0277	
			1246.85		-0.1133		0.116	0.086												
6	524	1244.06		19.10		9.3													0.0285	
			1241.29		-0.1128		0.1154	0.084												
7	523	1238.511		18.99		9.3													0.0288	
			1235.75		-0.1124		0.1149	0.084												
8	522	1232.989		18.87		9.3													0.0278	
			1230.24		-0.1119		0.1144	0.084												
9	521	1227.493		18.76		9.3													0.0289	
			1224.76		-0.1115		0.1139	0.085												
10	520	1222.024		18.65		9.3													0.0261	
			1219.3		-0.111		0.1134	0.085												
11	519	1216.581		18.54		9.3													0.0271	
			1213.87		-0.1106		0.1129	0.083												
12	518	1211.164		18.43		9.3													0.0278	
			1208.47		-0.1101		0.1124	0.082												
13	517	1205.773		18.32		9.3													0.027	
			1203.09		-0.1097		0.1119	0.083												
14	516	1200.408		18.21		9.3													0.0276	
			1197.74		-0.1092		0.1114	0.082												
15	515	1195.068		18.10		9.3													0.0287	
			1192.41		-0.1088		0.1109	0.080												
16	514	1189.754		17.99		9.3													0.0274	
			1184.48		-0.2163		0.1102	0.189												
17	512	1179.203		17.77		9.3													0.0289	
			1176.58		-0.1075		0.1094	0.081												
18	511	1173.965		17.67		9.3													0.0229	
			1171.36		-0.107		0.1089	0.084												
19	510	1168.752		17.56		9.3													0.0225	
			1166.16		-0.1066		0.1085	0.084												
20	509	1163.564		17.45		9.3													0.0217	
			1160.98		-0.1062		0.108	0.084												
21	508	1158.401		17.35		9.3													0.0275	
			1155.83		-0.1057		0.1075	0.078												
22	507	1153.263		17.24		9.3													0.0255	
			1150.71		-0.1053		0.107	0.080												
23	506	1148.15		17.14		9.3													0.0238	
			1145.61		-0.1048		0.1065	0.081												
24	505	1143.061		17.03		9.3													0.0283	
			1140.53		-0.1044		0.1061	0.078												
25	504	1137.996		16.93		9.3													0.0256	
			1135.48		-0.104		0.1056	0.078												
26	503	1132.956		16.82		9.3													0.0261	
			1130.45		-0.1035		0.1051	0.077												
27	502	1127.94		16.72		9.3													0.0262	
			1125.44		-0.1031		0.1047	0.077												
28	501	1122.948		16.62		9.3													0.0258	
			1120.46		-0.1027		0.1042	0.077												
29/02/92	500	1117.98		16.51		9.3													0.0265	
			1115.51		-0.1022		0.1037	0.076												
01/03/92	499	1113.036		16.41																
					-3.259	288.7	1.712	2.513												

**ANNEXE IX**

JOURS	H	S	Sm	V	dV	E	Vev	Vev+Vlf	P	Vp	h1t	hm1	Qd1	h2l	hm2	Qd2	Vd	Vpr	Vec
	cm	ha	ha	Mm3	Mm3	mm/j	Mm3	Mm3	mm	Mm3	cm	cm	m3/s	cm	cm	m3/s	Mm3	Mm3	Mm3
01/03/92	499	1113.036		16.41		9.7												0.0266	
			1110.58		-0.1018		0.1075	0.075											0.027
2	498	1108.115		16.31		9.7													0.0272
			1108.12		0		0.1075	-0.027											0.026
3	498	1108.115		16.31		9.7													0.0274
			1105.67		-0.1014		0.1072	0.074											0.0243
4	497	1103.218		16.21		9.7													0.0258
			1103.22		0		0.107	-0.026											0.0241
5	497	1103.218		16.21		9.7													0.0249
			1100.78		-0.101		0.1068	0.074											0.027
6	496	1098.344		16.11		9.7													0.0259
			1095.92		-0.1005		0.1063	0.076											0.025
7	495	1093.494		16.01		9.7													0.0221
			1091.08		-0.1001		0.1058	0.074											0.0236
8	494	1088.667		15.91		9.7													0.0237
			1086.26		-0.0997		0.1054	0.077											0.0241
9	493	1083.863		15.81		9.7													0.0241
			1081.47		-0.0993		0.1049	0.075											0.0251
10	492	1079.082		15.71		9.7													0.0245
			1076.7		-0.0988		0.1044	0.074											0.0221
11	491	1074.324		15.61		9.7													0.0213
			1071.96		-0.0984		0.104	0.071											0.017
12	490	1069.588		15.51		9.7													0.0183
			1067.23		-0.098		0.1035	0.072											0.022
13	489	1064.875		15.41		9.7													0.0153
			1062.53		-0.0976		0.1031	0.073											0.021
14	488	1060.185		15.31		9.7													0.0198
			1057.85		-0.0971		0.1026	0.075											0.0207
15	487	1055.517		15.22		9.7													0.02
			1050.88		-0.193		0.1019	0.169											0.0203
16	485	1046.247		15.02		9.7													0.0215
			1043.95		-0.0959		0.1013	0.072											0.0215
17	484	1041.645		14.93		9.7													0.0221
			1039.36		-0.0955		0.1008	0.071											0.0245
18	483	1037.065		14.83		9.7													0.0221
			1034.79		-0.0951		0.1004	0.070											0.0213
19	482	1032.507		14.74		9.7													0.017
			1030.24		-0.0947		0.0999	0.070											0.0183
20	481	1027.971		14.64		9.7													0.022
			1025.71		-0.0942		0.0995	0.072											0.0153
21	480	1023.456		14.55		9.7													0.021
			1021.21		-0.0938		0.0991	0.073											0.0198
22	479	1018.962		14.46		9.7													0.0207
			1016.73		-0.0934		0.0986	0.076											0.02
23	478	1014.49		14.36		9.7													0.0203
			1010.05		-0.1856		0.098	0.167											0.0215
24	476	1005.609		14.18		9.7													0.0215
			1005.61		0		0.0975	-0.022											0.0215
25	476	1005.609		14.18		9.7													0.021
			1003.4		-0.0922		0.0973	0.077											0.0198
26	475	1001.2		14.08		9.7													0.0207
			999.006		-0.0918		0.0969	0.071											0.02
27	474	996.8117		13.99		9.7													0.0203
			994.628		-0.0914		0.0965	0.072											0.0215
28	473	992.444		13.90		9.7													0.0215
			990.271		-0.091		0.0961	0.070											0.0215
29	472	988.097		13.81		9.7													0.0215
			985.934		-0.0906		0.0956	0.071											0.0215
30	471	983.7703		13.72		9.7													0.0215
			979.474		-0.1799		0.095	0.160											0.0215
31/03/93	469	975.1779		13.54		9.7													0.0215
			975.178		0		0.0946	-0.021											0.0215
01/04/92	469	975.1779		13.54															0.0215
					-2.872	300.7	5.146	2.16											0.0215

**ANNEXE IX**

JOURS	H	S	Sm	V	dV	E	Vev	Vev+Vif	P	Vp	h1t	hm1	Qd1	h2l	hm2	Qd2	Vd	Vpr	Vec
	cm	ha	ha	Mm3	Mm3	mm/j	Mm3	Mm3	mm	Mm3	cm	cm	m3/s	cm	cm	m3/s	Mm3	Mm3	Mm3
01/04/92	469	975.1779		13.54		10.4												0.0213	
			970.922		-0.1783		0.101	0.157											
2	467	966.6658		13.36		10.4												0.0235	
			964.553		-0.0886		0.1003	0.065											
3	466	962.4395		13.27		10.4												0.0225	
			960.336		-0.0862		0.0999	0.066											
4	465	958.233		13.18		10.4												0.0234	
			956.14		-0.0878		0.0994	0.064											
5	464	954.0461		13.10		10.4												0.0222	
			951.962		-0.0874		0.099	0.065											
6	463	949.8786		13.01		10.4												0.0216	
			945.74		-0.1735		0.0984	0.152											
7	461	941.8017		12.84		10.4												0.0204	
			939.547		-0.0862		0.0977	0.066											
8	460	937.492		12.75		10.4												0.0229	
			935.447		-0.0858		0.0973	0.063											
9	459	933.4013		12.66		10.4												0.0233	
			931.365		-0.0854		0.0969			0.01									0.022
10	458	929.3294		12.58		10.4			1.4									0.023	0.021
			927.303		-0.085		0.0964			0.01									
11	457	925.2764		12.49		10.4			1.4									0.0203	
			923.259		-0.0846		0.096	0.064											
12	456	921.2419		12.41		10.4												0.0203	
			919.234		-0.0842		0.0956	0.064											
13	455	917.226		12.32		10.4												0.0197	
			915.227		-0.0838		0.0952	0.064											
14	454	913.2285		12.24		10.4												0.0204	
			911.239		-0.0834		0.0948	0.063											
15	453	909.2492		12.16		10.4												0.0228	
			907.269		-0.0831		0.0944	0.060											
16	452	905.2882		12.07		10.4												0.0223	
			903.317		-0.0827		0.0939	0.060											
17	451	901.3451		11.99		10.4												0.0223	
			899.383		-0.0823		0.0935	0.060											
18	450	897.42		11.91		10.4												0.0243	
			895.466		-0.0819		0.0931	0.058											
19	449	893.5127		11.83		10.4												0.0232	
			891.568		-0.0815		0.0927	0.058											
20	448	889.623		11.75		10.4												0.0203	
			887.687		-0.0811		0.0923			0.29									-0.25866
21	447	885.751		11.66		10.4			32.8									0.0213	
			883.824		-0.0808		0.0919			0.14									-0.11161
22	446	881.8963		11.58		10.4			16.3									0.0223	
			879.978		-0.0804		0.0915	0.058											
23	445	878.059		11.50		10.4												0.0205	
			876.149		-0.08		0.0911	0.060											
24	444	874.2389		11.42		10.4												0.0186	
			872.337		-0.0796		0.0907	0.061											
25	443	870.4358		11.34		10.4												0.0201	
			868.543		-0.0793		0.0903	0.059											
26	442	866.6498		11.26		10.4												0.0207	
			864.765		-0.0789		0.0899	0.058											
27	441	862.8805		11.19		10.4												0.0209	
			861.004		-0.0785		0.0895	0.058											
28	440	859.128		11.11		10.4												0.0213	
			857.26		-0.0781		0.0892	0.057											
29	439	855.3921		11.03		10.4												0.0202	
			853.532		-0.0778		0.0888	0.058											
30/04/92	438	851.6728		10.95		10.4												0.0228	
			849.821		-0.0774		0.0884	0.055											
01/05/92	437	847.9696		10.87															0.32
Moyenne 04/92					-2.966	-312	-2.025		619	3.46									

**ANNEXE IX**

JOURS	H	S	Sm	V	dV	E	Vev	Vev+Vif	P	Vp	h1t	hm1	Qd1	h2l	hm2	Qd2	Vd	Vpr	Vec
	cm	ha	ha	Mm3	Mm3	mm/j	Mm3	Mm3	mm	Mm3	cm	cm	m3/s	cm	cm	m3/s	Mm3	Mm3	Mm3
01/05/92	437	847.9696		10.87		8.7												0.0233	
			846.126		-0.077		0.0736	0.054											
2	436	844.2827		10.80		8.7												0.0235	
			842.447		-0.0766		0.0733			0.00									0.019
3	435	840.612		10.72		8.7			0.1									0.0228	
			838.785		-0.0763		0.073	0.053											
4	434	836.9573		10.64		8.7												0.0226	
			835.138		-0.0759		0.0727	0.053											
5	433	833.3184		10.57		8.7												0.0228	
			831.507		-0.0755		0.0723	0.053											
6	432	829.6954		10.49		8.7												0.0219	
			827.892		-0.0752		0.072	0.053											
7	431	826.0879		10.42		8.7												0.0228	
			824.292		-0.0748		0.0717	0.052											
8	430	822.496		10.34		8.7												0.0235	
			820.708		-0.0744		0.0714	0.051											
9	429	818.9195		10.27		8.7												0.0242	
			817.139		-0.0741		0.0711	0.050											
10	428	815.3582		10.19		8.7												0.0238	
			813.585		-0.0737		0.0708	0.050											
11	427	811.8122		10.12		8.7												0.0225	
			810.047		-0.0733		0.0705			0.01									0.013
12	426	808.2811		10.05		8.7			0.8									0.0213	
			806.523		-0.073		0.0702	0.052											
13	425	804.765		9.97		8.7												0.0215	
			803.014		-0.0728		0.0699	0.051											
14	424	801.2637		9.90		8.7												0.0204	
			799.52		-0.0723		0.0696			0.03									-0.00792
15	423	797.777		9.83		8.7			3.2									0.0191	
			796.041		-0.0719		0.0693	0.053											
16	422	794.305		9.76		8.7												0.0181	
			792.576		-0.0716		0.069			0.00									0.012
17	421	790.8473		9.69		8.7			0.2									0.0217	
			789.126		-0.0712		0.0687	0.049											
18	420	787.404		9.61		8.7												0.0231	
			785.689		-0.0708		0.0684	0.048											
19	419	783.9749		9.54		8.7												0.0222	
			783.975		0		0.0682	-0.022											
20	419	783.9749		9.54		8.7												0.0228	
			782.267		-0.0705		0.0681	0.048											
21	418	780.5598		9.47		8.7												0.0227	
			778.859		-0.0701		0.0678	0.047											
22	417	777.1588		9.40		8.7												0.023	
			775.465		-0.0698		0.0675			0.05									-0.02662
23	416	773.7715		9.33		8.7			6.1									0.0251	
			772.085		-0.0694		0.0672	0.044											
24	415	770.398		9.28		8.7												0.0236	
			768.718		-0.0691		0.0669			0.02									0.002
25	414	767.0381		9.20		8.7			2.5									0.0221	
			766.718		0.0691		0.0669	-0.091											
26	415	770.398		9.26		8.7												0.0213	
			778.901		0.3507		0.0678	-0.372											
27	420	787.404		9.61		8.7												0.0216	
			787.404		0		0.0685	-0.022											
28	420	787.404		9.61		8.7												0.0218	
			789.126		0.0712		0.0687	-0.093											
29	421	790.8473		9.69		8.7												0.0224	
			790.847		0		0.0688	-0.022											
30	421	790.8473		9.69		8.7												0.0201	
			789.126		-0.0712		0.0687	0.051											
31/05/92	420	787.404		9.61		8.7												0.0221	
			785.689		-0.0708		0.0684	0.049											
01/06/92	419	783.9749		9.54															1.44

**ANNEXE IX**

JOURS	H	S	Sm	V	dV	E	Vev	Vev+Vif	P	Vp	h1t	hm1	Qd1	h2l	hm2	Qd2	Vd	Vpr	Vec
	cm	ha	ha	Mm3	Mm3	mm/j	Mm3	Mm3	mm	Mm3	cm	cm	m3/s	cm	cm	m3/s	Mm3	Mm3	Mm3
01/06/92	419	783.9749		9.54		7.6			2.1									0.0217	
			783.975		0		0.0596			0.00									0.080
2	419	783.9749		9.54		7.6			0.2									0.0208	
			783.975		0		0.0596	-0.021											
3	419	783.9749		9.54		7.6												0.0201	
			782.267		-0.0705		0.0595			0.18									-0.171
4	418	780.5598		9.47		7.6			23									0.0133	
			780.56		0		0.0593			0.00									0.069
5	418	780.5598		9.47		7.6			0.5									0.0192	
			780.56		0		0.0593			0.11									-0.028
6	418	780.5598		9.47		7.6			13.7									0.0196	
			785.704		0.2125		0.0597	-0.232											
7	421	790.8473		9.69		7.6												0.0215	
			794.312		0.1435		0.0604	-0.165											
8	423	797.777		9.83		7.6												0.0157	
			797.777		0		0.0606	-0.016											
9	423	797.777		9.83		7.6												0.0199	
			796.041		-0.0719		0.0605	0.052											
10	422	794.305		9.76		7.6												0.0201	
			792.576		-0.0716		0.0602	0.051											
11	421	790.8473		9.69		7.6												0.0208	
			789.126		-0.0712		0.06			0.04									-0.032
12	420	787.404		9.61		7.6			5.3									0.0193	
			785.689		-0.0708		0.0597	0.052											
13	419	783.9749		9.54		7.6												0.0204	
			782.267		-0.0705		0.0595			0.01									0.003
14	418	780.5598		9.47		7.6			0.8									0.0203	
			778.859		-0.0701		0.0592	0.050											
15	417	777.1588		9.40		7.6												0.0199	
			775.465		-0.0698		0.0589	0.050											
16	416	773.7715		9.33		7.6												0.019	
			772.085		-0.0694		0.0587			0.00									0.004
17	415	770.398		9.26		7.6			0.5									0.0181	
			768.718		-0.0691		0.0584	0.051											
18	414	767.0381		9.20		7.6												0.0195	
			765.365		-0.0687		0.0582	0.049											
19	413	763.6916		9.13		7.6												0.0205	
			762.025		-0.0684		0.0579			0.01									-0.00064
20	412	760.3586		9.06		7.6			1.4									0.0203	
			758.699		-0.068		0.0577	0.048											
21	411	757.0387		8.99		7.6												0.0211	
			755.385		-0.0677		0.0574	0.047											
22	410	753.732		8.92		7.6												0.0197	
			755.385		0.0677		0.0574			0.10									0.050
23	411	757.0387		8.99		7.6			12.6									0.0193	
			762.038		0.2051		0.0579	-0.224											
24	414	767.0381		9.20		7.6												0.0202	
			767.038		0		0.0583	-0.020											
25	414	767.0381		9.20		7.6												0.0201	
			765.365		-0.0687		0.0582	0.049											
26	413	763.6916		9.13		7.6												0.02	
			762.025		-0.0684		0.0579	0.048											
27	412	760.3586		9.06		7.6												0.0212	
			758.699		-0.068		0.0577			0.01									
28	411	757.0387		8.99		7.6			1.3									0.013	0
			755.385		-0.0677		0.0574	0.055											
29	410	753.732		8.92		7.6												0.0173	
			752.085		-0.0673		0.0572			0.14									-0.12828
30/06/92	409	750.4383		8.85		7.6			18									0.0183	
			752.085		0.0673		0.0572	-0.086											
01/07/92	410	753.732		8.92		7.6													1.15

**ANNEXE IX**

JOURS	H	S	Sm	V	dV	E	Vev	Vev+Vif	P	Vp	h1t	hm1	Qd1	h2l	hm2	Qd2	Vd	Vpr	Vec	
	cm	ha	ha	Mm3	Mm3	mm/j	Mm3	Mm3	mm	Mm3	cm	cm	m3/s	cm	cm	m3/s	Mm3	Mm3	Mm3	
01/07/92	410	753.732		8.92		6.5												0.0197		
			753.732		0		0.049			0.16										-0.09336
2	410	753.732		8.92		6.5			21.5										0.0204	
			753.732		0		0.049	-0.020												
3	410	753.732		8.92		6.5													0.0198	
			753.732		0		0.049	-0.020												0.0208
4	410	753.732		8.92		6.5														
			752.085		-0.0673		0.0489	0.047												0.0208
5	409	750.4383		8.85		6.5														
			748.798		-0.067		0.0487	0.046												0.086
6	408	747.1574		8.79		6.5														
			748.798		0.067		0.0487			0.38										-0.17348
7	409	750.4383		8.85		6.5			50.1										0.0182	
			767.207		0.689		0.0499	-0.707												
8	419	783.9749		9.54		6.5													0.0204	
			797.894		0.5767		0.0519			0.02										0.627
9	427	811.8122		10.12		6.5			2.8										0.0205	
			820.754		0.3722		0.0533	-0.393												0.0206
10	432	829.6954		10.49		6.5														
			831.507		0.0755		0.054	-0.096												0.0214
11	433	833.3184		10.57		6.5														
			838.801		0.2288		0.0545	-0.250												0.0185
12	436	844.2827		10.80		6.5														
			846.126		0.077		0.055			0.20										-0.05341
13	437	847.9696		10.87		6.5			24.1										0.0172	
			864.933		0.7099		0.0562	-0.727												
14	446	881.8963		11.58		6.5													0.0204	
			889.658		0.3253		0.0578			0.19										0.21498
15	450	897.42		11.91		6.5			21.2										0.0149	
			903.335		0.248		0.0587	-0.263												0.0207
16	453	909.2492		12.16		6.5														
			909.249		0		0.0591	-0.021												0.208
17	453	909.2492		12.16		6.5														
			911.239		0.0834		0.0592			0.19										0.164
18	454	913.2285		12.24		6.5			20.5										0.0195	
			927.415		0.595		0.0603	-0.615												
19	461	941.6017		12.84		6.5													0.0185	
			945.74		0.1735		0.0615			0.00										0.249
20	463	949.8786		13.01		6.5			0.5										0.0205	
			956.159		0.2633		0.0622			0.05										0.294
21	466	982.4395		13.27		6.5			5.4										0.0206	
			970.952		0.3566		0.0631			0.01										0.431
22	470	979.464		13.63		6.5			1										0.0205	
			988.138		0.3631		0.0642			0.01										0.438
23	474	996.8117		13.99		6.5			1										0.0207	
			1010.13		0.5568		0.0657	-0.578												
24	480	1023.456		14.55		6.5													0.0218	
			1041.82		0.7655		0.0677			0.28										0.573
25	488	1060.185		15.31		6.5			27.1										0.0186	
			1089.08		1.1987		0.0708	-1.217												
26	500	1117.98		16.51		6.5													0.0174	
			1140.77		0.9397		0.0742			0.06										0.967
27	509	1163.564		17.45		6.5			5.6										0.0218	
			1187.36		0.9753		0.0772	-0.997												
28	518	1211.164		18.43		6.5													0.0203	
			1236.02		1.0115		0.0803			0.10										1.011
29	527	1260.866		19.44		6.5			8.2										0.0231	
			1280.95		0.8123		0.0833			0.05										0.86997
30	534	1301.033		20.25		6.5			3.8										0.0188	
			1318.79		0.7143		0.0857			0.71										0.10799
31/07/92	540	1336.548		20.97		6.5			53.9										0.0219	
			1383.22		1.86		0.0899	-1.882												
01/08/92	555	1429.896		22.83																14.26
					13.9	201.6	1.909		746.7	2.621										

**ANNEXE IX**

JOURS	H	S	Sm	V	dV	E	Vev	Vev+Vif	P	Vp	h1t	hm1	Qd1	h2l	hm2	Qd2	Vd	Vpr	Vec
	cm	ha	ha	Mm3	Mm3	mm/j	Mm3	Mm3	mm	Mm3	cm	cm	m3/s	cm	cm	m3/s	Mm3	Mm3	Mm3
01/08/92	555	1429.896		22.83		5.1												0.0205	
			1466.29		1.433		0.0748	-1.453											
2	566	1502.676		24.26		5.1												0.0199	
			1519.85		0.671		0.0775	-0.691											
3	571	1537.016		24.93		5.1												0.0214	
			1547.51		0.4086		0.0789	-0.430											
4	574	1558.008		25.34		5.1												0.0205	
			1558.01		0		0.0795			0.08									0.016
5	574	1558.008		25.34		5.1			5.4									0.0214	
			1565.09		0.2749		0.0798			0.16									0.220
6	576	1572.165		25.61		5.1			10									0.0186	
			1586.52		0.5558		0.0809	-0.574											
7	580	1600.876		26.17		5.1												0.0215	
			1600.88		0		0.0816			0.10									0.004
8	580	1600.876		26.17		5.1			6.2									0.0217	
			1604.51		0.1402		0.0818			0.01									0.236
9	581	1608.137		26.31		5.1			0.5									0.0214	
			1604.51		-0.1402		0.0818			0.14									-0.1798
10	580	1600.876		26.17		5.1			8.9									0.0213	
			1604.51		0.1402		0.0818			0.51									-0.26852
11	581	1608.137		26.31		5.1			31.9									0.0158	
			1615.45		0.282		0.0824			0.47									-0.09482
12	583	1622.759		26.59		5.1			29.4									0.02	
			1652.68		1.1484		0.0843			0.27									0.982
13	591	1682.61		27.74		5.1			16.4									0.0162	
			1705.78		0.883		0.087	-0.899											
14	597	1728.952		28.62		5.1												0.0208	
			1740.78		0.4486		0.0888			0.07									0.489
15	600	1752.6		29.07		5.1			4									0.0238	
			1772.67		0.7582		0.0904			0.31									0.562
16	605	1792.731		29.83		5.1			17.5									0.0213	
			1813.25		0.7715		0.0925			0.10									0.782
17	610	1833.772		30.60		5.1			5.7									0.0187	
			1837.93		0.1559		0.0937			0.01									0.259
18	611	1842.091		30.76		5.1			0.5									0.0221	
			1846.27		0.1564		0.0942	-0.179											
19	612	1850.447		30.91		5.1												0.023	
			1850.45		0		0.0944	-0.023											
20	612	1850.447		30.91		5.1												0.0203	
			1850.45		0		0.0944	-0.020											
21	612	1850.447		30.91		5.1												0.0226	
			1858.86		0.3145		0.0948			0.24									0.192
22	614	1867.27		31.23		5.1			12.9									0.02	
			1884.32		0.6355		0.0961			0.15									0.59701
23	618	1901.368		31.86		5.1			8.2									0.0206	
			1901.37		0		0.097	-0.021											
24	618	1901.368		31.86		5.1												0.0198	
			1901.37		0		0.097	-0.020											
25	618	1901.368		31.86		5.1												0.0197	
			1905.68		0.1602		0.0972			0.05									0.226
26	619	1909.987		32.02		5.1			2.7									0.02	
			1909.99		0		0.0974	-0.020											
27	619	1909.987		32.02		5.1												0.023	
			1963.2		1.9655		0.1001			1.02									1.070
28	631	2016.42		33.99		5.1			51.9									0.022	
			2423.82		14.379		0.1236			0.18									14.34
29	707	2831.211		48.37		5.1			7.5		64			27				0.0192	
			2940.83		3.7		0.15			0.44		72.5	95.6		35.5	107.05	17.509		20.94
30	724	3050.052		52.07		5.1			15		81			44				0.0138	
			2953.13		-3.2743		0.1506			0.30		73.5	97.81		36.5	111.95	18.1233		14.72
31/08/92	709	2856.216		48.79		5.1			10.1		66			29				0.0193	
			2794.67		-2.1035		0.1425					61	69.07		24	47.18	10.044		8.10
01/09/92	699	2733.128		46.69							56			19					<b>68.55</b>

# ANNEXE IX

JOURS	H	S	Sm	V	dV	E	Vev	Vev+Vif	P	Vp	h1t	hm1	Qd1	h2l	hm2	Qd2	Vd	Vpr	Vec
	cm	ha	ha	Mm3	Mm3	mm/j	Mm3	Mm3	mm	Mm3	cm	cm	m3/s	cm	cm	m3/s	Mm3	Mm3	Mm3
01/09/92	699	2733.128		46.69		5.5					56			19				0.0218	
			2691.47		-1.4353		0.148			0.50		52.5	55.08		15.5	29.42	7.29907		5.517
2	692	2649.81		45.26		5.5			18.4		49			12				0.0228	
			2632.31		-0.6059		0.1448			0.13		47.5	46.45		10.5	15.48	5.34902		4.776
3	689	2614.807		44.65		5.5			5.1		46			9				0.022	
			2597.51		-0.6004		0.1429					44.5	41.53		7.5	8.78	4.34678		
4	686	2580.223		44.05		5.5					43			6				0.0232	
			2557.49		-0.7919		0.1407					41	36.17		4	3.08	3.3912		
5	682	2534.755		43.26		5.5					39			2				0.0208	
			2506.85		-0.9763		0.1379			0.00		36.5	29.53				2.55139		1.731
6	677	2478.947		42.28		5.5			0.1		34							0.0203	
			2462.48		-0.5785		0.1354			0.21		32.5	24.46				2.11334		1.479
7	674	2446.004		41.70		5.5			8.6		31							0.0196	
			2435.13		-0.3827		0.1339					30	21.29				1.83946		
8	672	2424.265		41.32		5.5					29							0.0199	
			2413.48		-0.3803		0.1327					28	19.6				1.69344		
9	670	2402.704		40.94		5.5					27							0.0211	
			2386.7		-0.566		0.1313			0.13		25.5	16.8				1.45152		0.907
10	667	2370.694		40.37		5.5			5.5		24							0.0257	
			2354.89		-0.5607		0.1295					22.5	13.24				1.14394		
11	664	2339.078		39.81		5.5					21							0.0228	
			2323.47		-0.5554		0.1278					19.5	10.8				0.93312		
12	661	2307.854		39.26		5.5					18							0.024	
			2292.44		-0.5501		0.1261					16.5	7.95				0.68688		
13	658	2277.017		38.71		5.5					15							0.023	
			2261.79		-0.5449		0.1244					13.5	5.67				0.48989		
14	655	2246.566		38.16		5.5					12							0.0223	
			2236.52		-0.3603		0.123			0.01		11	4.07				0.35165		0.130
15	653	2226.477		37.80		5.5			0.3		10							0.0234	
			2216.52		-0.358		0.1219					9	2.93				0.25315		
16	651	2206.557		37.44		5.5					8							0.0237	
			2201.61		-0.1781		0.1211					7.5	2.19				0.18922		
17	650	2196.66		37.27		5.5					7							0.0241	
			2191.73		-0.1776		0.1205					6.5	1.74				0.15034		
18	649	2186.805		37.09		5.5					6							0.0243	
			2181.9		-0.177		0.12			0.13		5.5	1.33				0.11491		-0.05093
19	648	2176.991		36.91		5.5			6.1		5							0.0246	
			2176.99		0		0.1197					5	1.14				0.0985		
20	648	2176.991		36.91		5.5					5							0.0244	
			2172.11		-0.1764		0.1195					4.5	0.97				0.08381		
21	647	2167.219		36.74		5.5					4							0.0237	
			2162.35		-0.1759		0.1189					3.5	0.65				0.05616		
22	646	2157.488		36.56		5.5					3							0.0242	
			2152.64		-0.1753		0.1184					2.5	0.39				0.0337		
23	645	2147.799		36.38		5.5					2							0.0237	
			2142.97		-0.1747		0.1179					1.5	0.18				0.01555		
24	644	2138.151		36.21		5.5					1							0.0243	
			2133.35		-0.1741		0.1173					0.5	0.034				0.00294		
25	643	2128.544		36.04		5.5					0							0.0251	
			2123.76		-0.1736		0.1168	0.148											
26	642	2118.978		35.86		5.5												0.025	
			2118.98		0		0.1165	-0.025											
27	642	2118.978		35.86		5.5												0.0253	
			2114.22		-0.173		0.1163	0.148											
28	641	2109.453		35.69		5.5												0.0245	
			2104.71		-0.1724		0.1158			0.11									-0.14373
29	640	2099.968		35.52		5.5			5.3									0.0228	
			2095.25		-0.1719		0.1152			0.03									-0.06736
30/09/92	639	2090.524		35.34		5.5			1.6									0.024	
			2090.52		0		0.115			0.06									0.074
01/10/92	639	2090.524		35.34					3.1										26.76

**ANNEXE IX**

JOURS	H	S	Sm	V	dV	E	Vev	Vev+Vif	P	Vp	h1t	hm1	Qd1	h2l	hm2	Qd2	Vd	Vpr	Vec
	cm	ha	ha	Mm3	Mm3	mm/j	Mm3	Mm3	mm	Mm3	cm	cm	m3/s	cm	cm	m3/s	Mm3	Mm3	Mm3
01/10/92	639	2090.524		35.34		6.6												0.0244	
			2085.82		-0.1713		0.1377	0.147											
2	638	2081.121		35.17		6.6												0.0237	
			2081.12		0		0.1374			0.00									0.157
3	638	2081.121		35.17		6.6			0.2									0.0242	
			2076.44		-0.1707		0.137	0.147											
4	637	2071.758		35.00		6.6												0.0236	
			2071.76		0		0.1367	-0.024											
5	637	2071.758		35.00		6.6												0.0252	
			2067.1		-0.1702		0.1364	0.145											
6	636	2062.435		34.83		6.6												0.0243	
			2057.79		-0.1696		0.1358	0.145											
7	635	2053.152		34.66		6.6												0.0244	
			2053.15		0		0.1355	-0.024											
8	635	2053.152		34.66		6.6												0.0238	
			2048.53		-0.1691		0.1352	0.145											
9	634	2043.909		34.49		6.6												0.0236	
			2034.73		-0.3364		0.1343	0.313											
10	632	2025.543		34.16		6.6												0.0247	
			2020.98		-0.1674		0.1334	0.143											
11	631	2016.42		33.99		6.6												0.0249	
			2011.88		-0.1668		0.1328	0.142											
12	630	2007.336		33.82		6.6												0.024	
			2007.34		0		0.1325			0.03									
13	630	2007.336		33.82		6.6			1.6									0.024	0
			2002.81		-0.1663		0.1322	0.142											
14	629	1998.291		33.66		6.6												0.0239	
			1993.79		-0.1657		0.1316	0.142											
15	628	1989.286		33.49		6.6												0.024	
			1984.8		-0.1652		0.131	0.141											
16	627	1980.32		33.33		6.6												0.0231	
			1975.86		-0.1646		0.1304	0.142											
17	626	1971.393		33.16		6.6												0.024	
			1966.95		-0.1641		0.1298	0.140											
18	625	1962.505		33.00		6.6												0.0239	
			1962.51		0		0.1295	-0.024											
19	625	1962.505		33.00		6.6												0.0243	
			1958.08		-0.1635		0.1292	0.139											
20	624	1953.856		32.83		6.6												0.0232	
			1949.25		-0.163		0.1287	0.140											
21	623	1944.845		32.67		6.6												0.0249	
			1940.46		-0.1624		0.1281	0.138											
22	622	1936.073		32.51		6.6												0.025	
			1931.71		-0.1619		0.1275	0.137											
23	621	1927.339		32.35		6.6												0.0253	
			1922.99		-0.1613		0.1269	0.136											
24	620	1918.644		32.19		6.6												0.026	
			1914.32		-0.1608		0.1263	0.135											
25	619	1909.987		32.02		6.6												0.0247	
			1905.68		-0.1602		0.1258	0.136											
26	618	1901.368		31.86		6.6												0.0252	
			1901.37		0		0.1255	-0.025											
27	618	1901.368		31.86		6.6												0.0254	
			1897.08		-0.1597		0.1252	0.134											
28	617	1892.787		31.70		6.6												0.0255	
			1892.79		0		0.1249	-0.025											
29	617	1892.787		31.70		6.6												0.0247	
			1888.52		-0.1591		0.1246	0.134											
30	616	1884.244		31.55		6.6												0.025	
			1879.99		-0.1586		0.1241	0.134											
31/10/92	615	1875.738		31.39		6.6												0.0248	
			1871.5		-0.1581		0.1235	0.133											
01/11/92	614	1867.27		31.23															0.67

**ANNEXE IX**

JOURS	H	S	Sm	V	dV	E	Vev	Vev+Vif	P	Vp	h1t	hm1	Qd1	h2l	hm2	Qd2	Vd	Vpr	Vec
	cm	ha	ha	Mm3	Mm3	mm/j	Mm3	Mm3	mm	Mm3	cm	cm	m3/s	cm	cm	m3/s	Mm3	Mm3	Mm3
01/11/92	614	1867.27		31.23		6.8												0.0251	
			1858.86		-0.3145		0.1264	0.289											
2	612	1850.447		30.91		6.8												0.0242	
			1846.27		-0.1564		0.1255	0.132											
3	611	1842.091		30.76		6.8												0.0248	
			1837.93		-0.1559		0.125	0.131											
4	610	1833.772		30.60		6.8												0.0251	
			1833.77		0		0.1247				0.01								0.135
5	610	1833.772		30.60		6.8			0.8									0.025	
			1829.63		-0.1554		0.1244	0.130											
6	609	1825.49		30.45		6.8												0.0249	
			1825.49		0		0.1241				0.03								0.120
7	609	1825.49		30.45		6.8			1.6									0.0254	
			1821.37		-0.1548		0.1239				0.09								
8	608	1817.245		30.29		6.8			4.8									0.0207	0
			1817.25		0		0.1236	-0.021											
9	608	1817.245		30.29		6.8												0.0231	
			1813.14		-0.1543		0.1233	0.131											
10	607	1809.037		30.14		6.8												0.0231	
			1809.04		0		0.123	-0.023											
11	607	1809.037		30.14		6.8												0.025	
			1809.04		0		0.123	-0.025											
12	607	1809.037		30.14		6.8												0.0249	
			1804.95		-0.1538		0.1227	0.129											
13	606	1800.866		29.98		6.8												0.0251	
			1796.8		-0.1532		0.1222	0.128											
14	605	1792.731		29.83		6.8												0.0255	
			1788.68		-0.1527		0.1216	0.127											
15	604	1784.632		29.68		6.8												0.0257	
			1780.6		-0.1522		0.1211	0.126											
16	603	1776.57		29.53		6.8												0.025	
			1772.56		-0.1516		0.1205	0.127											
17	602	1768.544		29.37		6.8												0.022	
			1764.55		-0.1511		0.12	0.129											
18	601	1760.554		29.22		6.8												0.0235	
			1756.58		-0.1506		0.1194	0.127											
19	600	1752.6		29.07		6.8												0.0242	
			1748.64		-0.1501		0.1189	0.126											
20	599	1744.682		28.92		6.8												0.0253	
			1740.74		-0.1495		0.1184	0.124											
21	598	1736.799		28.77		6.8												0.0251	
			1732.88		-0.149		0.1178	0.124											
22	597	1728.952		28.62		6.8												0.0255	
			1725.05		-0.1485		0.1173	0.123											
23	596	1721.14		28.48		6.8												0.0233	
			1717.25		-0.148		0.1168	0.125											
24	595	1713.364		28.33		6.8												0.0243	
			1709.49		-0.1474		0.1162	0.123											
25	594	1705.623		28.18		6.8												0.0248	
			1701.77		-0.1469		0.1157	0.122											
26	593	1697.917		28.03		6.8												0.0248	
			1694.08		-0.1464		0.1152	0.122											
27	592	1690.246		27.89		6.8												0.0246	
			1686.43		-0.1459		0.1147	0.121											
28	591	1682.61		27.74		6.8												0.0256	
			1678.81		-0.1454		0.1142	0.120											
29	590	1675.008		27.60		6.8												0.0251	
			1671.22		-0.1448		0.1136	0.120											
30/11/92	589	1667.441		27.45		6.8												0.0249	
			1663.67		-0.1443		0.1131	0.119											
01/12/92	588	1659.909		27.31															0.32



