

BURKINA FASO

Ministère des Enseignements Secondaire,
Supérieur et de la Recherche Scientifique

Université de Ouagadougou

Faculté des Langues, Lettres, Arts, des Sciences Humaines
et Sociales (F.L.A.S.H.S.)

Département de Géographie

MEMOIRE DE MAITRISE

Thème

***LE NAZINON A NOBERE : CONTRIBUTION A
L'ETUDE HYDROLOGIQUE***

Présenté et soutenu par :

KOSSADOUM NGABA

Sous la Direction de :

- Mr. NEUVY Guy
Maître de Conférences
- Mr. DA Dapola E.C.
Maître Assistant

Année Universitaire 92/93

DEDICACE

A

Ma mère GUINTA KOIDER

Mon père NGABA NODJIGOTO

Mon oncle RERI KOIDER

Mes soeurs Lydia, Salomé, ALHERE et ESTRA

Tous ceux qui me sont chers

Ma bien aimée Lucie NAMODJI

Mon oncle paternel Baulmbaye NGARAUD.

REMERCIEMENTS

J'adresse mes remerciements à tous ceux qui de loin ou de pres m'ont aidé dans la conception du mémoire, et en particulier à :

- Messieurs NEUVY Guy et DA Dapola E. C., tous deux enseignants à l'Université de Ouagadougou, pour avoir bien voulu diriger ce mémoire ;

- Messieurs TRAORE Omar, Ingénieur des travaux en hydrologie et OUEDRAOGO Laurent, technicien supérieur en hydrologie, tous les deux en service à la D.I.R.H., pour mon encadrement technique ;

- A tous les enseignants du département de Géographie, pour ma formation universitaire ;

Au Haut Commissariat des Nations Unies pour les réfugiés, pour leurs assistances matérielles durant mon cursus universitaire ;

- Monsieur Luc Antoine Boumard, prêtre catholique, pour son assistance matérielle ;

- A toute la communauté tchadienne résidant à Ouagadougou ;

- Les services compétents, pour leurs collaborations durant mes travaux ;

- Mes frères : NGARASSIBAYE Masbé, GAGUIMBAYE Tolmbaye, MBAIWESSEM Ngaro, ASRA Lengar, TOGJE NGARTA, NGONNDIGAMLEMGOTO Alram Guebnan, YOMADJIOUTEGAR Oscar, pour leurs soutiens moraux et matériels pendant les périodes les plus éprouvantes de mon séjour au Burkina Faso.

SOMMAIRE

	<u>Pages</u>
DEDICACE.....	1
REMERCIEMENTS.....	2
Résumé & mots clés.....	3
Liste des abréviations.....	5
Liste des tableaux.....	6
Liste des figures.....	7
INTRODUCTION.....	11
PREMIERE PARTIE : CARACTERISTIQUES PHYSIQUES DU BASSIN VERSANT DE NAZINON A NOBERE.....	16
Chapitre I : Présentation de Nobéré.....	17
A : Situation géographique.....	17
B : Historique.....	17
Chapitre II : Aspects physiques du bassin versant.....	20
A : Formations géologiques.....	20
B : Aspects géomorphologiques.....	23
C : Eléments de la biogéographie.....	24
1 - Sol.....	24
2 - Végétation.....	27
Chapitre III : L'hydroclimatologie.....	32
A : Les précipitations.....	33
1 - Variations mensuelles des pluies.....	33
2 - Variations annuelles des pluies.....	34
B : Evaporation - Insolation.....	39
1 - Evaporation.....	39
2 - Insolation.....	44

C : Température - Humidité.....	44
1 - Température.....	44
a) variations moyennes mensuelles.....	44
b) variations moyennes annuelles.....	45
2 - Humidité.....	46
DEUXIEME PARTIE : CARACTERISTIQUES HYDROLOGIQUES DU BASSIN VERSANT DE NAZINON.....	54
Chapitre IV : Le bassin versant.....	55
A : La morphométrie.....	55
1 - Dimension du bassin versant.....	55
2 - Le coefficient de compacité.....	55
3 - Le rectangle équivalent.....	57
B : L'hypsométrie.....	59
C : Le réseau hydrographique.....	66
Chapitre V : Les mesures hydrométriques.....	68
A : Les équipements.....	68
1 - Les stations de jaugeages.....	68
2 - Les instruments de mesures.....	69
3 - Dépouillement des limnigrammes.....	69
4 - La variation de la courbe d'étalonnage.....	74
5 - Les qualités des données.....	77
B : L'interprétation des données hydrométriques.....	78
1 - L'écoulement.....	78
2 - Analyse fréquentielle des modules.....	79
a) les modules mensuels.....	79
b) les modules annuels à l'exutoire.....	80
3 - Bilan hydrologique à l'exutoire.....	90
4 - Les crues.....	94
a) caractéristiques des crues.....	94

b) l'origine des crues.....	97
Chapitre VI : Ressources et besoins en eau.....	98
A : Les ressources en eau.....	98
1 - Eaux de surface.....	98
2 - Eaux souterraines.....	100
B : Les besoins en eau.....	102
1 - Consommation en eau de la population.....	102
2 - Alimentation en eau des animaux.....	103
CONCLUSION GENERALE.....	106
BIBLIOGRAPHIE.....	109
ANNEXES.....	112

LISTE DES TABLEAUX

- I - Distribution normale des précipitations annuelles de 1975 à 1990
- II - Température moyennes mensuelles de 1980 à 1989
- III - Humidité moyenne mensuelle de 1980 à 1989
- IV - Evaporation moyenne mensuelle de 1980 à 1989
- V - Insolation moyenne mensuelle de 1980 à 1989
- VI - Caractéristiques physiques du Bassin versant
- VII - Tableau hypsométrique
- VIII - Débits moyens mensuels et annuels de Dakaye (1975-1990)
- IX - Débits moyens mensuels et annuels de Nobéré (1975 - 1990)
- X - Modules annuels classés de Nobéré (1975 - 1990)
- XI - Tableau des valeurs ; quelques fréquences rares
- XII - Evolution des paramètres hydrologiques de 1975 à 1990
- XIII - Bilan des Fréquences annuelles des modules
- XIV - Tableau des modules maximaux annuels, classés de 1975 à 1990 à
Nobéré
- XV - Tableau des débits maximaux des fréquences rares
- XVI - Ressources en eau souterraine
- XVII - Tableau récapitulatif

LISTE DES FIGURES

=====

1. Carte de situation géographique de Nobéré
2. Carte géologique
3. Carte des sols
4. Carte de végétation
5. Evolution des précipitations totales annuelles de 1975 à 1990 (polygone de Thiessen)
6. Courbe évaporation insolation (1980 à 1989) OUAGADOUGOU
7. Courbe évaporation insolation (1982 à 1989) DE PO
8. Courbe des températures moyennes mensuelles de 1980 à 1989
9. Courbe d'humidité moyenne mensuelle de 1980 à 1989 de Pô et Ouagadougou
10. Bilan hydrique de Pô
11. Bilan hydrique de Ouagadougou
12. Courbe hypsométrique
13. Rectangle équivalent
14. Profil en long du Nazinon de la source à NOBERE
15. Profil transversal du Nazinon à l'exutoire de Nobéré
16. Carte du réseau hydrographique
17. Courbe d'étalonnage
18. Hydrogramme de Nobéré et Dakaye
19. Carte limnimétrique du bassin versant
20. Représentation graphique des fréquences cumulées
21. Carte du bassin versant.

LISTE DES ABREVIATIONS

M.A.	=	million d'année
C.R.	=	horizon du sol où C représente le matériel originel aux dépens duquel sont formés les horizons A et B
A.C.R.	=	horizon du sol où C représente le matériel originel, aux dépens duquel est formé l'horizon A et R représente ici la roche dure sous-jacente.
F.I.T.	=	Front Intertropical
D.I.R.H.	=	Direction des inventaires et des ressources hydrauliques
BUNASOLS	=	Bureau National des Sols
BUMIGEB	=	Bureau des Mines et de la géologie du Burkina
ORSTOM	=	Office des Recherches Scientifiques et Techniques d'Outre-Mer
CNRST	=	Centre National pour les Recherches Scientifiques et Techniques
CIEH	=	Comité Interafricain d'Etude Hydraulique
BRGM	=	Bureau des Recherches Géologiques et Minières
IGB	=	Institut Géographique du Burkina
DEP	=	Direction d'Etude et de Planification
CRPA	=	Centre Régional pour la Promotion Agropastoral
ΔH	=	Variation de l'altitude
ΔL	=	Variation de longueur
A_i	=	Superficie partielle rapportée à la superficie totale
A	=	Superficie totale en pourcentage
A_{ii}	=	Superficie partielle
A_o	=	Superficie
D_i	=	Dénivelé entre deux courbes de niveau
Q	=	La moyenne arithmétique des débits
Q_i	=	Débits moyens annuel
	=	La somme
U	=	Nombre total d'années d'observation
S^2	=	La variance
σ	=	l'écart-type
Cv	=	Coefficient de variabilité
Cr	=	Coefficient de ruissellement

C	=	Consommation d'eau par habitant
Le	=	La moyenne arithmétique de la lame d'eau écoulée
P	=	Précipitation totale annuelle
D	=	Déficit d'écoulement
Q ₀	=	Débit initial
Bh	=	Besoin humain en eau
BAc)		
GAc)		Ce sont des unités hydrogéologiques où les 1ères lettres
GF)		représentent les codes géologiques et les 2èmes lettres,
SV)		les codes pédologiques.

Les codes géologiques

B	=	Granites syntectoniques et migratites
G	=	Granites antébirrimiens
S	=	Schistes birrimiens.

Les codes pédologiques

Ac	=	sols ferrigineux très cultivés (relief faible, buttes cuirassées)
F	=	Sols ferrigineux peu cultivés (relief faible)
V	=	Sols vertiques et vertisols (relief ondulé)
OMS	=	Organisation Mondiale de la santé.

RESUME

Le bassin versant du Nazinon à Nobéré, s'étend sur 7660 km² dans le "plateau" mossi sous un climat nord soudanien.

Dans cette position géographique les contraintes naturelles ont imprimé au bassin ces caractéristiques : déficit hydrique et caractère temporaire du cours d'eau principal. Etant tributaire des pluies celui-ci dispose d'une potentialité relative ne permettant pas une exploitation optimale.

Cependant, le réseau hydrographique doit pourvoir à l'alimentation en eau de la population résidente. C'est ainsi que le processus de captage du cours d'eau a été envisagé, il permet à la population de satisfaire ses besoins en eau et aussi de mener des activités agro-pastorales.

Mots clés : Burkina Faso, Zoundwéogo, Nobéré, Nazinon, hydrologie, bassin versant, climat soudanien, besoin en eau, aménagement.

INTRODUCTION

Le Burkina Faso, situé au cœur de l'Afrique de l'Ouest, à l'intérieur de la boucle du Niger, compte trois bassins fluviaux :

- Le bassin versant de la Comoé au sud-ouest, avec une superficie de 18000 km² ;

- Le bassin versant du Niger à l'est, avec une superficie de 72000 km² ;

- Le centre, le nord, l'ouest et le sud sont occupés par le bassin versant des volta, avec 184000 km² de superficie. Le bassin versant des volta est constitué de trois (3) sous bassins :

*le bassin du Mouhoun

*le bassin du Nakambé

* le bassin du Nazinon.

C'est le bassin du Nazinon avec l'exutoire à Nobéré, qui fait l'objet de notre étude.

Après délimitation et planimétrage de ce bassin versant, celui-ci couvre une superficie de 7660 km², grossièrement situé entre 11°15' et 12°35' de latitude nord et de longitude 1° et 2°10' ouest.

L'importance d'une étude hydrologique dans un pays sahélien comme le Burkina Faso n'est pas à démontrer, surtout que depuis près de trois (3) décennies (1961-1990), la pluviométrie ne cesse de se dégrader, laissant entrevoir une sécheresse, qui se manifeste par une baisse sensible des niveaux d'eau de surface.

L'eau est un moteur de développement et comme telle, nous lui devons une attention particulière. C'est dans cette vision que nous avons opté pour une étude hydrologique. Le thème de cette

étude est libellée comme suit : "***Le Nazinon à Nobéré : contribution à l'étude hydrologique***".

Ce thème nous conduit à déterminer les termes essentiels composant le bilan hydrologique que nous pouvons résumer par la formule :

$$P = E + R + I$$

où P est la précipitation

E est l'évapotranspiration

R est le ruissellement de surface

I l'infiltration.

Mais en réalité, le phénomène met en jeu de nombreux facteurs, dont certains sont constants parce que n'évoluant que peu (topographie, nature du substratum) et d'autres variables (précipitations, couvert végétal, évapo-transpiration, variation du stock d'eau souterraine positive ou négative, variation de l'humidité du sol positive ou négative, quantité d'eau interceptée...).

La compréhension des relations existantes entre les différents facteurs, permettra une meilleure connaissance des ressources en eau de surface et souterraine, et d'analyser les différents éléments qui conditionnent la conservation, ou la perte des eaux. C'est alors que nous évaluerons les ressources en eaux.

Pour une telle étude, nous avons conduit le travail à son terme suivant les règles classiques de recherche en géographie.

METHODOLOGIE

La démarche consiste à :

- déterminer la condition naturelle et les facteurs définissant l'écoulement ;
- évaluer les potentialités du bassin versant ;
- établir un rapport entre la capacité du bassin versant et les besoins en eau de la région.

Pour réaliser cet travail théorique, des méthodes d'approches du sujet sont envisagées. Elles relèveront de la règle de recherche qui consiste à effectuer :

- les recherches bibliographiques
- le travail de terrain
- la conception du mémoire.

Les recherches bibliographiques

Ce travail a pour but, un assemblage des documents traitant du sujet ou du domaine de notre thème. C'est un préliminaire qui aide à la compréhension du thème et surtout renseigne sur les difficultés possibles qu'un tel sujet peut engendrer.

La constitution de ce tremplin a été réalisée grâce aux services compétents tel que : ORSTOM; DIRH, Projet bilan d'eau, DEP du ministère de l'eau, CIEH, CNRST, BUMIGEB, IGB, BRGM, BUNASOLS...

Les cartes utilisées sont à l'échelle de 1/200.000 pour la détermination de la courbe hypsométrique et les autres travaux ont été réalisés avec les cartes au 1/500.000.

Le travail de terrain

C'est la phase pratique de notre étude, il a duré six mois, pendant lesquelles nous nous sommes investis deux fois de suite.

Une première phase destinée à la compréhension du rapport existant entre l'Homme et son milieu. Cette première approche du terrain a été réalisée grâce aux enquêtes par questionnaire, lesquelles nous ont permis d'apprécier le problème de l'eau qui se pose aux habitants, et l'occasion nous a été donnée de nous imprégner durant notre séjour dans la région de la situation du bassin avant les premières pluies.

Pour une deuxième phase, le travail qui sera mené de façon collégiale avec les agents techniques de la D.I.R.H., va s'étaler de juin à août. Il a une orientation préférentielle : mesures des débits du fleuve dans les stations hydrométriques situées dans le bassin versant du Nazinon.

Cette phase du terrain, nous a permis de comprendre le mécanisme de fonctionnement des instruments de mesures et les différentes méthodes employées pour la mesure des débits.

Les données recueillies sur le terrain seront dépouillées et aideront à l'analyse des événements hydrologiques du bassin versant.

La conception du mémoire

C'est un travail de synthèse. Elle est le bilan des différentes approches du sujet qui ont soutenu l'analyse quantitative menée dans le cadre de notre travail.

Pour conduire une étude hydrologique à terme, l'on ne peut se passer des mesures à effectuer sur le site, parce que les données

chiffrées sont la clé de toutes interprétations des événements hydrologiques.

La quantification ainsi faite à partir des mesures de débits est le maillon de toute analyse en hydrologie, elle permet également d'apprécier le rapport existant entre les paramètres hydroclimatiques et les événements hydrologiques.

Cette étude peut faire l'objet d'une projection dans le temps et dans l'espace à partir des lois statistiques et même d'une comparaison avec d'autres bassins versants situés dans les mêmes conditions hydroclimatiques.

La démarche adoptée, nous a conduit à subdiviser le thème en deux grandes parties, composées chacun de trois chapitres :

La première partie s'articule autour des caractéristiques physiques du bassin versant de Nazinon à Nobéré.

La dernière partie traite des caractéristiques hydrologiques du bassin versant.

PREMIERE PARTIE :

CARACTERISTIQUES PHYSIQUES
DU BASSIN VERSANT DE NAZINON
A NOBERE

CHAPITRE I : PRESENTATION GENERALE DE NOBERE

A) Situation géographique

Le département de Nobéré est (globalement) compris entre les coordonnées géographiques suivantes :

Latitude : 11°35' et 11°45' Nord

Longitude : 1°5' et 1°20' Ouest

Il borde la route nationale n° 5 et est situé à une distance de 100 km de Ouagadougou et 46 km de Pô. Département de la province de Zoundwéogo, il regroupe 26 villages avec une population totale de 23023 habitants (recensement de 1985 INSD). Sa population se compose de 53% de femmes et 47% d'hommes. Le département compte 2 gros villages : Nobéré et Nobili distants de 20 km et qui regroupent l'essentiel des services administratifs (Cf. carte de situation).

B) Historique

Le village de Nobéré, chef lieu du département a été fondé par les Nyonyoncé (ninissé) ; ce sont des agriculteurs de souche, à la recherche des terres fertiles. Ce peuple s'est installé sur une terre vierge qu'il a baptisée : Nobéré, "pays d'abondance".

Les premiers Nyonyoncé à fouler le sol de Nobéré avaient pour chef le Naba Nina qui, très vite, s'opposa à Naba Bilogho et l'affrontement entre les deux verra la victoire de Naba Bilogho qui régnera jusqu'à l'arrivée des blancs (Français). La famille de Bilogho assurera la destinée du village, génération après génération, jusqu'à l'accession au trône de Naba TIEMTORE Idrissa, chef actuel. Naba TIEMTORE est un réformateur, c'est-à-dire qu'il privilégie la religion Islamique au détriment de l'animisme, religion de ses prédécesseurs. Cette révolution dans la cité provoque son isolement par ses frères conservateurs et lui a même valu une perte partielle

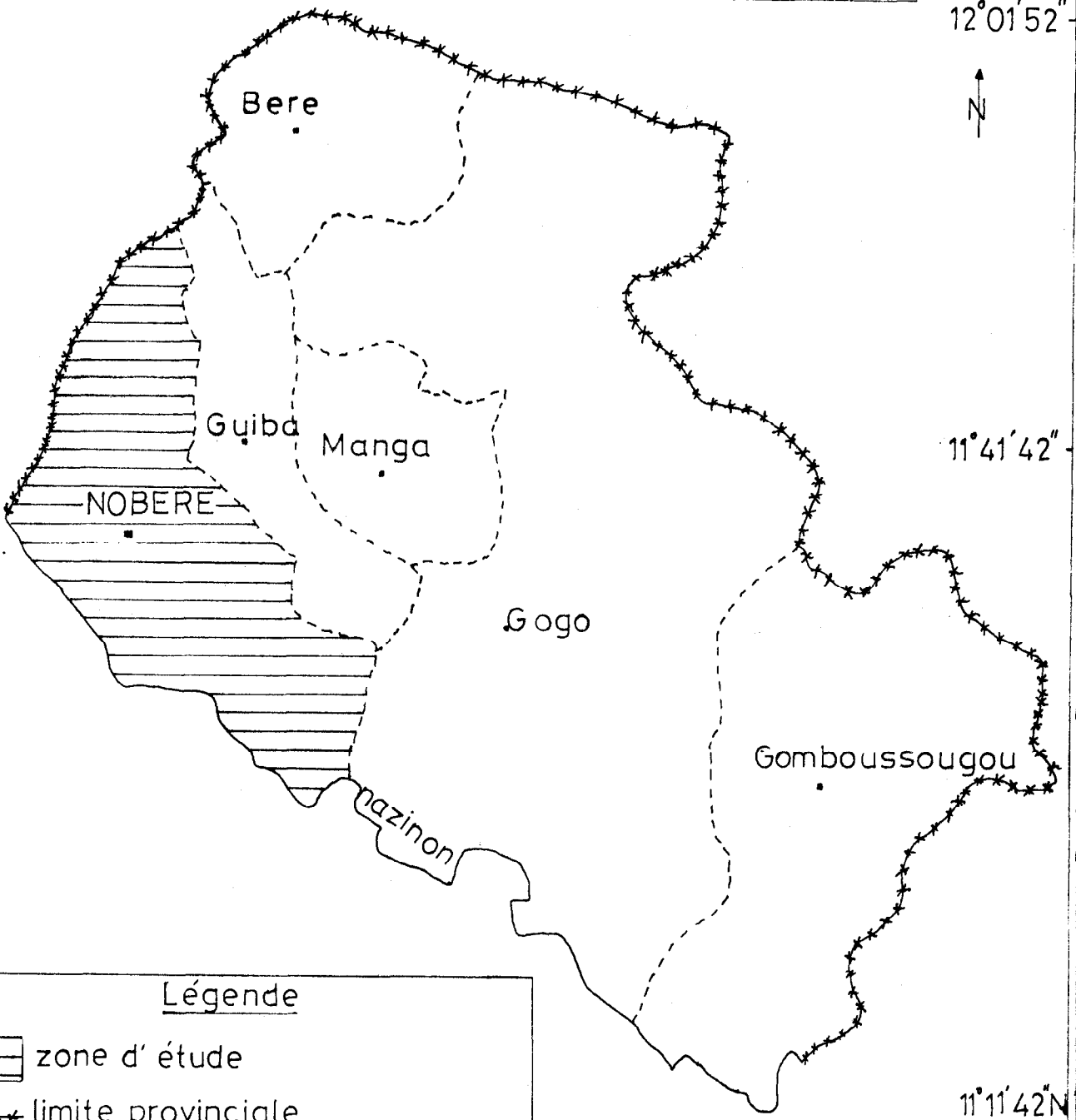
du pouvoir (il ne jouit pas de toutes les prérogatives que lui confère son pouvoir).

Durant notre séjour dans le village, nous avons eu deux **contacts** avec le chef actuel, mais à chaque fois, il a déclaré : "Je ne **suis pas** en possession des informations" (informations concernant les premiers arrivants et l'évolution historique de Nobéré).





Les informations consignées dans la partie historique, nous le devons à KONGO Inoussa, oncle paternel du chef actuel (un vieux d'âge compris entre 80 à 90 ans).

Le village de Nobéré, devenu département en 1983 ne cesse de croître tant sur le plan démographique que spatiale. Cette croissance de la population combinée aux vicissitudes d'un climat tropical sec, très capricieux, offre à cette descendance un cadre d'épanouissement très incertain dans un milieu physique contraignant.

PROVINCE DE ZOUNWEOGO



Légende

-  zone d'étude
-  limite provinciale
-  limite départementale
-  fleuve nazinon

E: 1/500.000

1°30'W

1°00'

1°21'42"

CHAPITRE II : PHYSIQUES DU BASSIN VERSANT

Le Burkina Faso appartient à la vieille plate-forme ouest africaine appelée craton ouest africain à cause de sa relative stabilité par rapport aux régions jeunes où l'on observe encore des manifestations géologiques.

Deux grandes formations géologiques se partagent le pays :

- Les formations cristallines du Précambrien qui occupent 80% du territoire. ces formations sont marquées par deux orogénèses :

* l'orogénèse libérienne qui va de 2800 MA à 2600 MA

* l'orogénèse Eburnéenne qui s'étend de 2500 MA à 1,85 MA.

- Les dépôts sédimentaires du Précambrien A, viennent se déposer de façon discordante sur les bordures ouest, nord et extrême sud-est des formations cristallines.

De ces deux ensembles géologiques qui constituent l'ossature du territoire national, le bassin versant du Nazinon à Nobéré, partie intégrante du Burkina, appartient, de part sa position géographique, au domaine Baoulé-mossi, caractérisé par la prédominance des formations pétrographiques birrimiennes impliquées dans l'orogénèse éburnéenne.

A) Les formations géologiques

Le bassin versant renferme essentiellement des formations du Birrimien (Précambrien C), surtout des venues granitiques post-birrimiennes que SAGATZKY (1947) qualifié de granito-gneiss (Notice explicative de la carte géologique au 1/1200 000 du degré carré de Pô). Ces formations du Birrimien occupent 90% du bassin versant, et regroupent :

1 - Granites syntectoniques

Ces formations se sont mises en place consécutivement aux **phases tectoniques** qui ont marqué le Birrimien (2100 à 1950 MA). **Ce sont des granites calco-alcalins** présentant plusieurs faciès. celles rencontrées dans le bassin sont :

- a) Les granites à 2 micas à Tiaré
- b) Les granites porphyroïdes à l'ouest de Nobéré et au nord-ouest du bassin
- c) Les granites hétérogènes qui occupent plus de 70% du bassin

2 - Les migmatites

Ce sont des formations dont la génèse est liée à une anat xie partielle. On distingue :

- a) Les migmatites neutres dans la localité de Nobéré, Timbou  massif de Nangoum.
- b) Les migmatites acides au nord de Nobéré, Zio, Boulé, Sapoui, Daraptenga, Nord de Saponé, entre Tanguen-Dassouri et Ipala Kompti-Komsilga orienté nord-ouest et à Bingo.

3 - Les séries métamorphiques   faciès birrimien telle que :

- a) Les amphibolites dans le nord de Betar , de Guiro, et au Sud de Nobéré.
- b) Les schistes au Nord de Nobéré dans la série de Basgana.

En dehors de ces formations birrimiennes observées nous retrouvons aussi :

4 - Les dolérites qui sont des roches basiques d'origine profonde. Elles sont caractérisées par les plagioclases, qui se recoupent et entre lesquelles s'insèrent les éléments ferromagnésiens. Elles sont généralement verdâtres ou mésocrates.

Elles sont visibles à Boulbi, au nord de Dakaye, dans le Torogo-Nloasna.

Ces formations géologiques observées dans notre secteur d'étude, ont été pendant longtemps sujettes à des forces internes et externes, qui les ont modelées pour donner les formes actuelles (cf carte géologique).

B) Aspects géomorphologiques

Le bassin versant du Nazinon s'intègre dans le géosynclinal éburnéen du socle birrimien (depuis l'éocène) (n°22 W. GUENDA, 1985).

C'est une zone de moyen glaciaire représentant le dernier cycle de cuirassement et d'altération kaolinique (B. KALOGA, 1968). Dans ce secteur, la forme du relief est caractérisée par la platitude du terrain (pente 1% à 2%), l'altitude est comprise entre 250 à 300 m. Cette monotonie du relief est à chaque fois interrompue par :

1 - Des blocs granitiques qui atteignent environ 4 m de haut (piste Nobéré - Nazinon), et barrent par endroit le lit du Nazinon. Sur la piste Nobéré - Manga se dresse un massif (20 m de haut) dans lequel le cours d'eau s'encaisse.

2 - Des dômes granitiques se trouvent à l'ouest de l'axe Ouagadougou - Pô. Celui de Tiaré dépasse 30 à 40 m de haut, les pentes sont légèrement dissymétriques de l'ordre de 20 à 25°, le granite s'altère par desquamation.

Dans le village de Nobéré à quelques 500 m, se dressent des collines, hautes de 15 à 20 m. Dans le même secteur, il y a des dômes affectées de nombreuses diaclases, entraînant le détachement des blocs qui s'entassent pour donner des chaos granitiques.

Sur les routes allant de Nobéré à Pô, de Nobéré à Nazinon, de Nobéré à Manga se dressent des collines recouvertes de cuirasses ferrugineuses en démentellement.

3 - La couverture sédimentaire comprend des formations récentes **indurées** de nature cuirassée. les cuirasses affleurent tantôt en dalles dénudées appelées localement Boué, tantôt enfouies sous des recouvrements d'origines et de formes variées. Leurs compositions étant bauxitiques pour les cuirasses supérieures, ferriques pour les niveaux moyens et inférieurs ou manganésifères dans certains cas.

Depuis la source, dans le plateau central jusqu'à Pô, le Nazinon traverse des structures cuirassées d'abord franchement latéritiques ensuite plus ou moins mêlées à des granites. Le reste du cours d'eau coule sur des granites et des schistes (cf carte des sols).

C) Les éléments de la biogéographie

1- sol

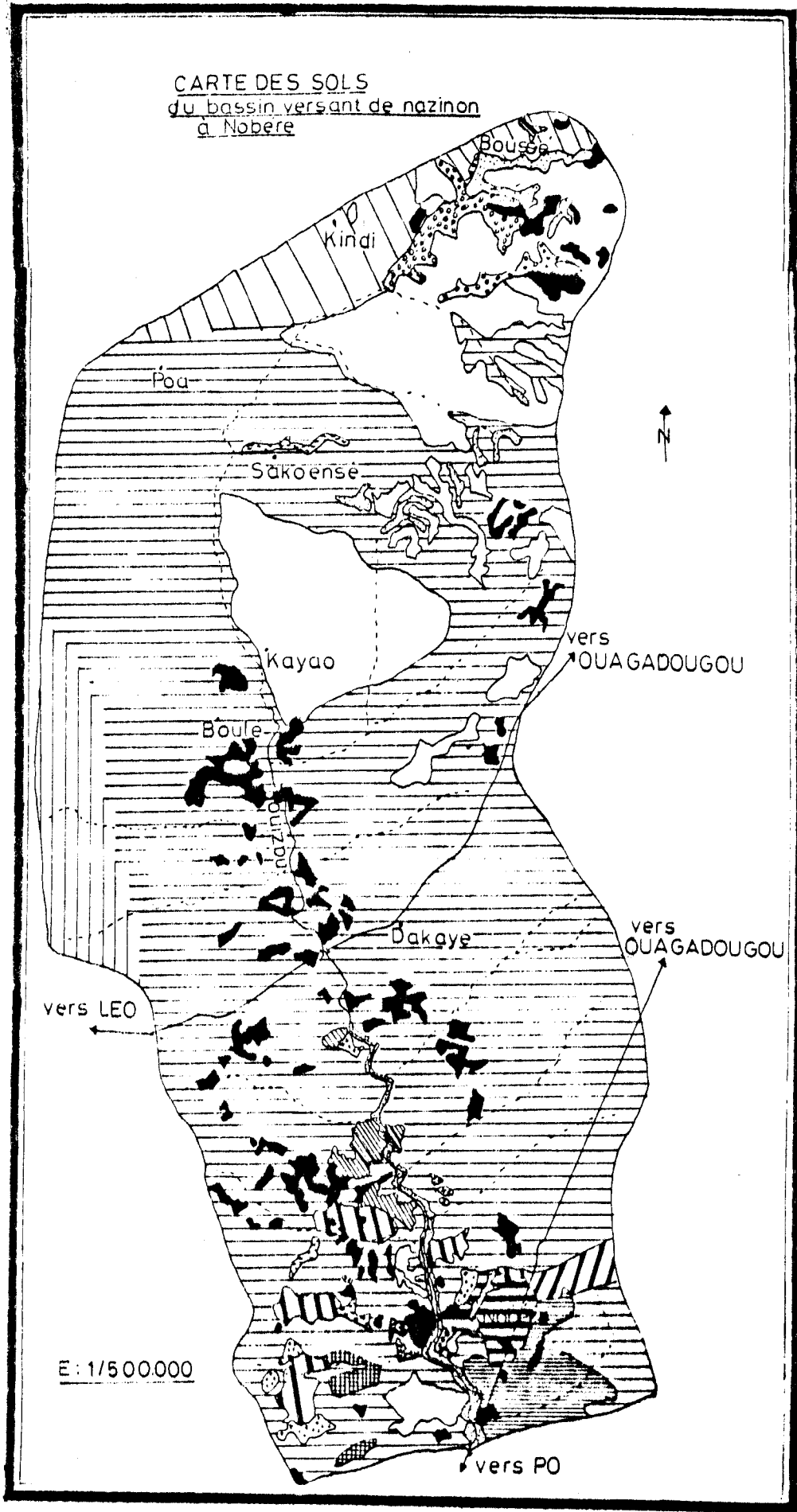
Le bassin versant du Nazinon à Nobéré regroupe quatre types de sols :

a) Les sols non évolués ou sols minéraux bruts : ce sont des sols de type (C.R) ou (A.C.R) à horizon A peu épais. Il regroupent les affleurements granitiques (roches nues) et les lithosols sur cuirasse ferrugineuse, localisés le long du cours d'eau surtout à partir de Goumissi. Ces sols ont une valeur agronomique nulle.


















b) Les sols peu évolués sont généralement définis par un profil de type (A.C).

L'horizon A (humifère) est un produit d'apport ou un produit d'altération de la roche mère ; ils sont peu épais. Les sols peu évolués sur argile vertique sont localisés dans les zones confinées, le caractère vertique résulte de la conjonction des conditions du climat général (saison sèche) et des conditions de station (milieu confiné), matériaux riches en bases. ces sols sont appelés montmorillonites. La présence de cuirasses ferrugineuses à proximité explique pourquoi, ils sont recouverts de gravillons.


CARTE DES SOLS
du bassin versant de nazinon
à Nobere



LEGENDE

-  lithosols sur cuirasses ferrugineuses
-  sols minéraux brutes sur granite
-  sols hydromorphes minéraux à pseudogley modaux sur matériaux alluviaux divers
-  vertisols modaux sur matériaux argileux alluvial
-  sols peu évolués sur matériaux sableux à niveau grossier
-  sols ferrugineux tropicaux lessives ou appauvris sur matériaux argilo-sableux
-  lithosols sur roches basiques ou neutres
-  lithosols sur cuirasses ferrugineux
-  régosols sur schistes
-  sols ferrugineux tropicaux remaniés sur matériaux argilo-sableux en profondeur
-  sols peu évolués hydromorphes sur matériaux gravillonnaires
-  lithosols sur cuirasses ferrugineux et sols ferrugineux tropicaux remaniés sur matériaux argilo-sableux en profondeur
-  vertisols lithomorphes modaux
-  vertisols lithomorphes sur matériaux argileux gonflant
-  sols à pseudogley hérités sur arène granitique graveleuse
-  sols ferrugineux tropicaux remaniés sur matériaux limono-argileux à argilo-sableux sur cuirasse
-  sols peu évolués sur argile verticale à recouvrement gravillonnaire

→ route principale

 réseau hydrographique

échelle: 0 25 50 km

c) Les sols évolués sont représentés par les sols ferrugineux tropicaux lessivés, concrétionnés, riche en sesquioxyde de fer individualisés, de couleur rouge caractéristique. Ces sols contiennent de la kaolinite. On les trouve dans la partie nord et Nord-ouest du bassin. Ils s'individualisent bien dans ces régions par rapport aux complexes lithosols sur cuirasse et sols gravillonnaires.

Leur fertilité est médiocre et leur structure massive, avec une cohésion forte.

d) Les sols hydromorphes sont caractérisés par la présence dans le profil d'un excès d'eau pendant une certaine période provoquant un déficit en oxygène.

La présence d'eau dépend de la topographie du terrain et des conditions climatiques et lithologiques de la station. Nous trouvons les sols à pseudogley hérités bigarrés ; le caractère bigarré est ici le résultat d'une imprégnation ferrugineuse par de grandes tâches rouges à rouille. ces sols occupent plus de 80% du bassin.

Leur valeur agronomique est faible et surtout aléatoire, leur texture est sableuse, leur structure est non développée, avec une cohésion forte et une porosité moyenne à faible.

A Nobéré, ils s'y trouvent mais associés aux sols peu évolués hydromorphes sur arène granitique graveleuse. Ils sont plus ou moins feldspathiques ou quartzeux, selon la nature de la roche mère.

2) La végétation

En nous référant à la subdivision en territoires phytogéographiques du Burkina Faso par GUINKO S. en 1984, nous distinguons 2 grands domaines :

- Le domaine sahélien subdivisé en : le secteur sahélien strict et le secteur subsahélien.

- Le domaine soudanien subdivisé en : secteur soudanien septentrional et secteur soudanien méridional.

La zone d'étude appartient au domaine soudanien plus précisément au secteur nord soudanien. Elle constitue une zone de transition où cohabitent les espèces des deux domaines précités. Elle est essentiellement un domaine de savane arborée.

Il convient de signaler que malgré une intense colonisation humaine, nous observons entre 11°20 Nord et 12° Nord de latitude à la hauteur de Goumissi et ce jusqu'à Nobéré (exutoire du bassin) une forêt classée (forêt classée de Nazinon) longue de 55 km et large de 30 km.

La flore est composite. On y trouve des Mimosaceae, Sapotaceae, Bombacaceae, Anacardiaceae... Les graminées sont dominées par les andropogonees, les paniceaes, les mimosacees, Velivenia nigritana. En répartissant la végétation selon la topographie de la région, nous avons :

a) Sur les collines cuirassées des espèces telles que : Acacia seyal, Acacia albida, Gardenia sp, Loutedia togoensis, Lannea acida, Acacia penata, Diospyros-mespiliformis...

b) Sur les glacis s'étendent des parcs anthropiques dans lesquels se trouvent : Butyrospermum parkii, Lannea microcarpa et Parkia biglobosa.

En dehors de ces espèces dominantes nous avons des espèces compagnes, ce sont : Acacia seyal, Ziziphus sp, Bauhinia sp ; ce sont des jeunes pousses. Tout ce cortège floristique se rencontre dans les champs.

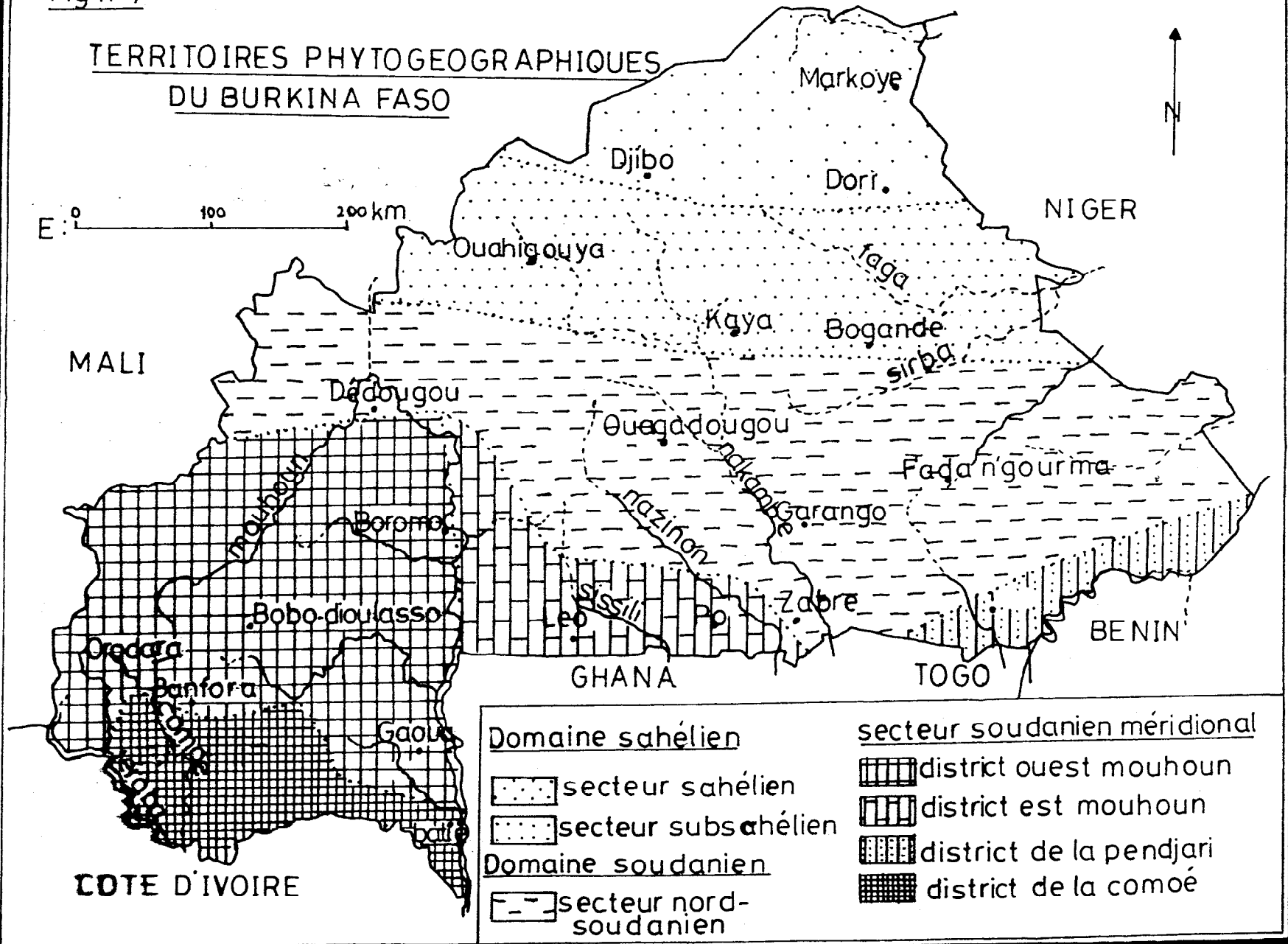
Dans la brousse nous rencontrons : Bombax costatum, Combretum micrantum, Balanites aegyptiaca, Acacia seyal, Lannea microcarpa, Saba senegalensis, Ficus gnafalocarpa, Andansonia digitata...

c) Dans la vallée, l'association graminées-arborescents va jouer un rôle important dans l'écoulement des eaux.

Malgré la durée de la saison sèche et les effets desséchants de l'harmattan, dans le lit mineur et majeur, l'eau se conserve dans les mouilles et sous les touffes d'arbres.

Fig. n° 4

TERRITOIRES PHYTOGEOGRAPHIQUES
DU BURKINA FASO

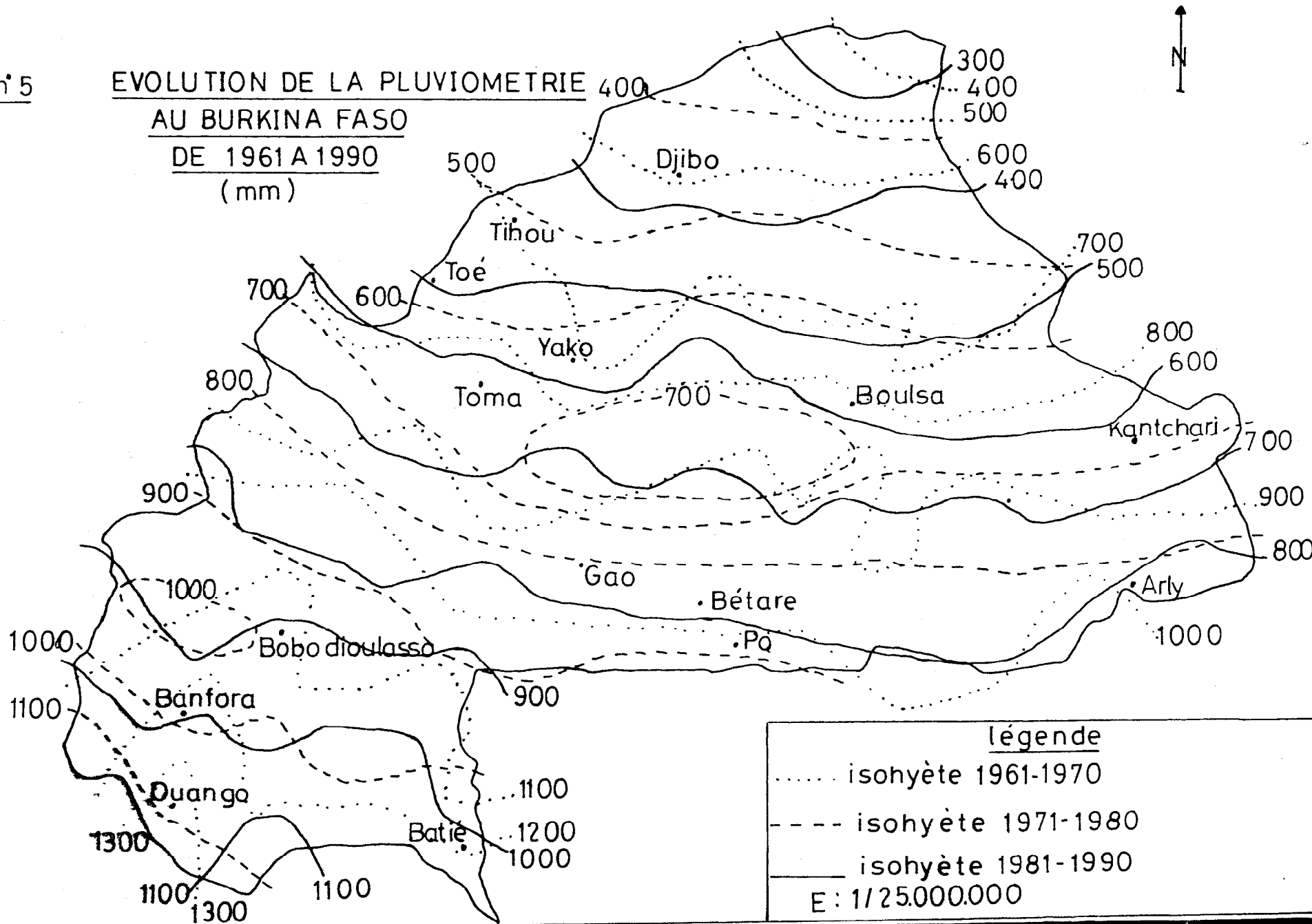


- | | |
|-----------------------------|-------------------------------------|
| <u>Domaine sahélien</u> | <u>secteur soudanien méridional</u> |
| ••••• secteur sahélien | ▤▤▤▤ district ouest mouhoun |
| ••••• secteur subsahélien | ▥▥▥▥ district est mouhoun |
| <u>Domaine soudanien</u> | ▧▧▧▧ district de la pendjari |
| ▨▨▨▨ secteur nord-soudanien | ▩▩▩▩ district de la comoé |

source: Guinko S. 1984

Fig n°5

EVOLUTION DE LA PLUVIOMETRIE
AU BURKINA FASO
DE 1961 A 1990
(mm)



CHAPITRE III : LE CLIMAT

Le bassin versant du Nazinon à Nobéré est situé dans un climat tropical à saison contrastée.

L'alternance de deux saisons relève du flux et du reflux du front intertropical (F.I.T.) entre la côte et le sud du sahara. Ce mouvement du FIT est causé par la diffusion de 2 masses d'air issues de deux anticyclones :

- L'anticyclone des Açores au large des côtes Marocaines, Espagnols, Portugaises et l'anticyclone du Sahara, dans l'hémisphère Nord.

- L'anticyclone de sainte Hélène au long des côtes Angolaises dans l'hémisphère Sud.

Ces anticyclones génèrent de l'air responsable du mécanisme des pluies.

Dans l'hémisphère nord l'anticyclone du sahara diffuse l'air sec appelé harmattan, qui évolue dans la direction Nord-Est - Sud-Ouest.

Dans l'hémisphère sud, l'anticyclone de sainte Hélène diffuse l'air humide dans la direction contraire à celle des aiguilles d'une montre. Sous la force de coriolis cet air en franchissant l'équateur géographique change de direction et s'oriente : du Sud-Ouest vers le Nord-Est, opposé à celle de l'hémisphère nord.

La convergence des deux masses d'air est séparée par une ligne invisible mais réelle appelée F.I.T. ou C.I.T. (convergence intertropicale). Celle-ci va se déplacer au cours de l'année du sud vers le nord et du nord vers le sud en fonction des saisons et en fonction de la révolution terrestre. Ce mouvement sud-nord et nord-sud du F.I.T. se localise entre 30° de latitude nord et sud de l'équateur. Le F.I.T. fluctue aussi en même temps que l'équateur thermique.

Le mécanisme des pluies ainsi décrit n'est pas seulement l'apanage des deux masses d'air, mais une conjugaison de différents phénomènes climatologiques qu'il convient d'analyser.

A) Les précipitations

Les pluies sont des paramètres climatologiques de base dans l'étude d'un régime hydrologique et dans l'analyse du bilan hydrique d'un bassin versant. Il est alors important d'analyser les variations mensuelles et annuelles des précipitations.

1) Les variations mensuelles des pluies

L'analyse des variations mensuelles des pluies nous permet de déterminer les périodes d'écoulement d'un cours d'eau durant une année donnée.

Le bassin dispose de deux stations météorologiques synoptiques (Pô et Ouagadougou) et de 12 stations pluviométriques (cf tableau de distribution normale de pluies).

En nous référant au coefficient mensuel des précipitations par station, nous constatons que les premières pluies tombent entre avril et mai et les dernières en octobre.

La saison des pluies proprement dite s'étale de juin à septembre.

La concentration des eaux de pluies en quatre mois (juin-septembre) explique la courte durée du flot du cours d'eau et aussi la période des débits moyens mensuels acceptables. Très vite, le cours d'eau cesse d'être alimenté par les eaux des pluies, entre dans une période morte où il se transforme en un chapelet d'eau avec un débit nul. Cette période s'explique par le fait que le fleuve est soumis à huit mois de période sèche où l'évaporation est très importante.

2) Les variations annuelles des pluies

Deux types de méthodes nous permettent de déterminer les pluies moyennes sur l'ensemble du bassin versant :

- la méthode des isohyètes
- la méthode de THIESSEN

Nous avons opté pour la deuxième méthode, appelée aussi méthode des médiatrices. Les moyennes annuelles des pluies obtenues varient de 700 mm au nord et 800 mm au sud.

Cependant elle est de 752,9 mm à Nobéré. Les variations moyennes annuelles de pluie évoluent dans le temps et dans l'espace.

En prenant comme référence les moyennes annuelles obtenues (moyenne sur 16 ans de 1975 à 1990) : nous constatons que le bassin versant a subi durant 3 années consécutives (1983-1984-1985) un déficit sur toute sa superficie. Par contre celles de l'année 1989 sont excédentaires sur l'ensemble du bassin.

Dans la répartition annuelle des pluies, des différences notables sont observées suivant les stations : pendant que les stations situées au nord du bassin enregistrent des excédents successifs (1986 à 1989), Bétaré, station au sud enregistre des excédents de 1987 à 1989 et la station de Pô (Sud) connaît des excédents seulement en 1986 et 1989. Cette répartition spatiale des pluies, dans le bassin explique que la période des hautes eaux en un lieu, ne coïncide pas toujours avec une abondance pluviométrique.

En essayant de faire un bilan hydrologique annuel, nous constatons qu'il existe huit mois secs dans l'année, ce qui explique le problème de l'eau posé aux habitants de la zone.

Durant notre séjour à Nobéré, nous nous sommes rendus compte des problèmes d'alimentation en eau du village, malgré les 2 retenues d'eau qui, durant la saison sèche, se réduisent en de petits points d'eau ayant à peine 1 m de profondeur. Cette pénurie en eau a conduit le gouvernement, sur financement de la B.I.D. (Banque Islamique de Développement), à faire exécuter 7 forages productifs dans le village.

Tableau I

DISTRIBUTION NORMALE DES PRECIPITATIONS ANNUELLES
DE 1975 A 1990

Station	P maxi en (mm)	P moyen (mm)	P mini (mm)	Ecart- type (S)	Coefficie nt de variabilit é (Cu)	Valeurs estimées en période humide			Valeurs estimées en période sèche		
						1/10	1/20	1/50	1/10	1/20	1/50
Boussé	852,5	652,4	443,2	124,66	0,19	932,8	1022,6	1063,7	371,9	282,1	241,0
Betare	1412,3	929,6	706,5	194,10	0,20	1366,3	1506,0	1570,1	492,8	353,1	289,0
Gao	1140,3	770,5	475,8	151,59	0,19	1111,5	1220,7	1270,7	429,4	320,2	270,3
Gonbous- gou	1066,5	731,3	536,7	138,94	0,18	1043,9	1143,9	1189,8	418,6	318,6	272,7
Kindi	919,6	626,0	530,6	693,9	1,10	2187,2	2686,8	2915,8	935,2	1434,8	1663,8
Kokologo	833,6	723,9	555,5	95,27	0,13	932,2	1006,8	1038,21	509,5	440,9	409,5
Manga	1208,6	823,7	620,6	144,81	0,17	1149,5	1253,7	301,5	497,8	393,6	345,8
Pô	1141,6	794,8	503,3	173,42	0,21	1184,9	1309,8	1367,0	404,6	279,7	222,5
Saria	1017,5	766,8	594,7	114,61	0,14	1024,6	1107,1	1145,0	508,9	426,4	388,5
Sapone	843,8	706,3	478,8	90,89	0,12	910,8	976,2	1006,2	501,7	436,3	406,3
Sapouy	1261,9	808,9	540,2	159,24	0,19	1167,1	1281,8	1334,3	450,6	335,9	283,4
TanghinD	900,0	712,7	591,8	96,12	0,13	928,9	998,1	1029,8	496,4	427,2	395,5
Zorgho	821,3	665,4	516,0	95,78	0,14	880,9	949,8	981,4	449,8	380,9	349,3

* 1/10 }

* 1/20 } exprime la probabilité d'avoir une certaine hauteur annuelle de pluie tous les 10 ans, 20 ans, 50

* 1/50 } ans. Selon Galton (D'après les données de la D.N.M).

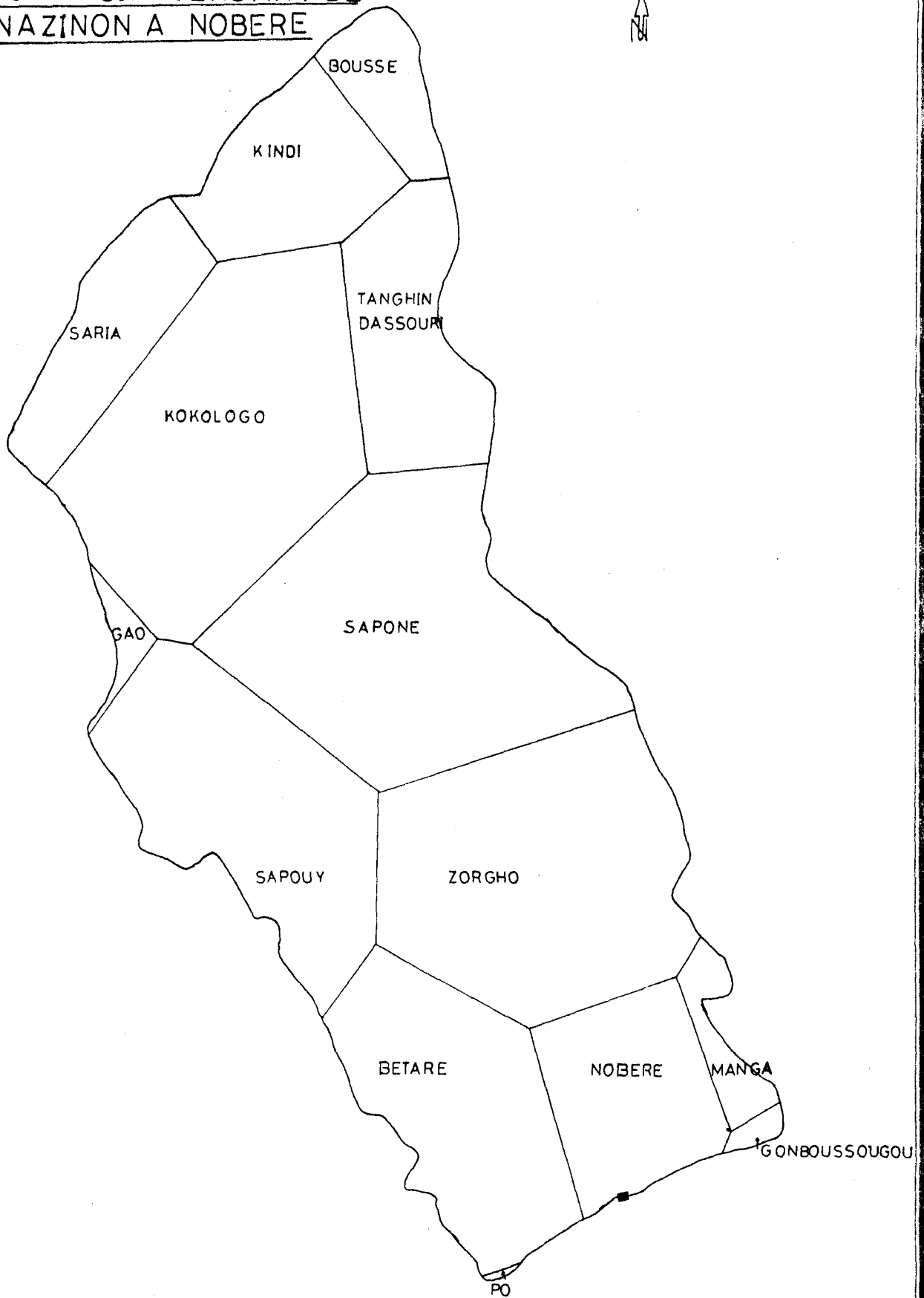
Tableau II

LES PRECIPITATIONS MOYENNES PONDEREES PAR STATION

Station	Pluie moyenne de la station de 1975 à 1990	Coefficient de pondération Si/S	Pluie moyenne pondérée Pam = Pi x Si/S
Boussé	962,4	0,0261	17,02
Betaré	929,6	0,0986	91,65
Gao	770,5	0,0068	5,23
Gonbougou	731,3	0,0032	2,34
Kindi	626,0	0,05613	35,13
Kologo	723,9	0,1697	122,84
Manga	823,7	0,01370	11,28
Pô	794,8	0,0013	1,03
Saria	766,8	0,0496	38,03
Saponé	706,3	0,1684	118,94
Sapouy	808,9	0,1195	96,66
Tanghin-Dass.	712,7	0,06462	46,05
Zorgho	665,4	0,1588	105,66
TOTAL			691,86 mm

POLIGONE DE THIESSEN

Fig.n°6 DU BASSIN VERSANT DE
NAZINON A NOBERE



E : 0 5 10km

Les causes de l'assèchement des eaux de surface durant la saison sèche ont été bien définies par Yves MONNIER (1981) :

"L'harmattan provoque la chute de l'hygrométrie, accroît les écarts thermiques, entraînant un fort dessèchement, une énorme évaporation et même l'appauvrissement des nappes souterraines peu profondes".

B) Evaporation - Insolation

1) Evaporation

C'est une transformation physique de l'eau, qui passe de l'état liquide à l'état gazeux. L'évaporation est considérée comme étant la partie de l'eau qui s'évapore dans l'atmosphère à partir de la surface des masses d'eau libre, soit du sol. Elle est mesurée dans les bacs évaporateurs de classe "A" (bac colorado) ou par l'évaporamètre "piche". Les données utilisées sont celles du bac "A". Ces données peuvent être rapportées à une grande retenue en les multipliant par un coefficient compris entre 0,8 et 0,9.

L'analyse des graphiques nous permet d'observer deux situations :

- La forte évaporation pendant la saison sèche est de 250 mm en moyenne par mois.

- La faible évaporation en saison pluvieuse, surtout en août ; est de 118 mm à Pô et 157 mm en moyenne à Ouagadougou.

De ces deux constats nous dirons que :

- Les fortes évaporations en saison sèche sont produites par la forte insolation et la présence de l'harmattan, vent sec.

- La faible évaporation constatée en saison pluvieuse est due à la présence de la "mousson" qui crée un écran de nuages, d'où une faible insolation.

TABLEAU III

**EVAPORATION MOYENNE MENSUELLE (mm)
(1980 à 1989) bac "A"**

Station	Janvier	Février	Mars	Avril	Mai	Juin	Juillet	Août	Septem- bre	Octobre	Novem- bre	Décem- bre	Total annuel
Ouaga- dougou	254,1	276,2	326,2	330,5	281,6	252,5	204,3	157,8	163,3	217,4	231,3	237,6	2932,8
Pô	317,2	331,8	354,1	284,5	251,4	170,3	133,0	118,9	134,2	174,0	208,7	260,6	2738,7

Source : Direction Météorologie nationale.

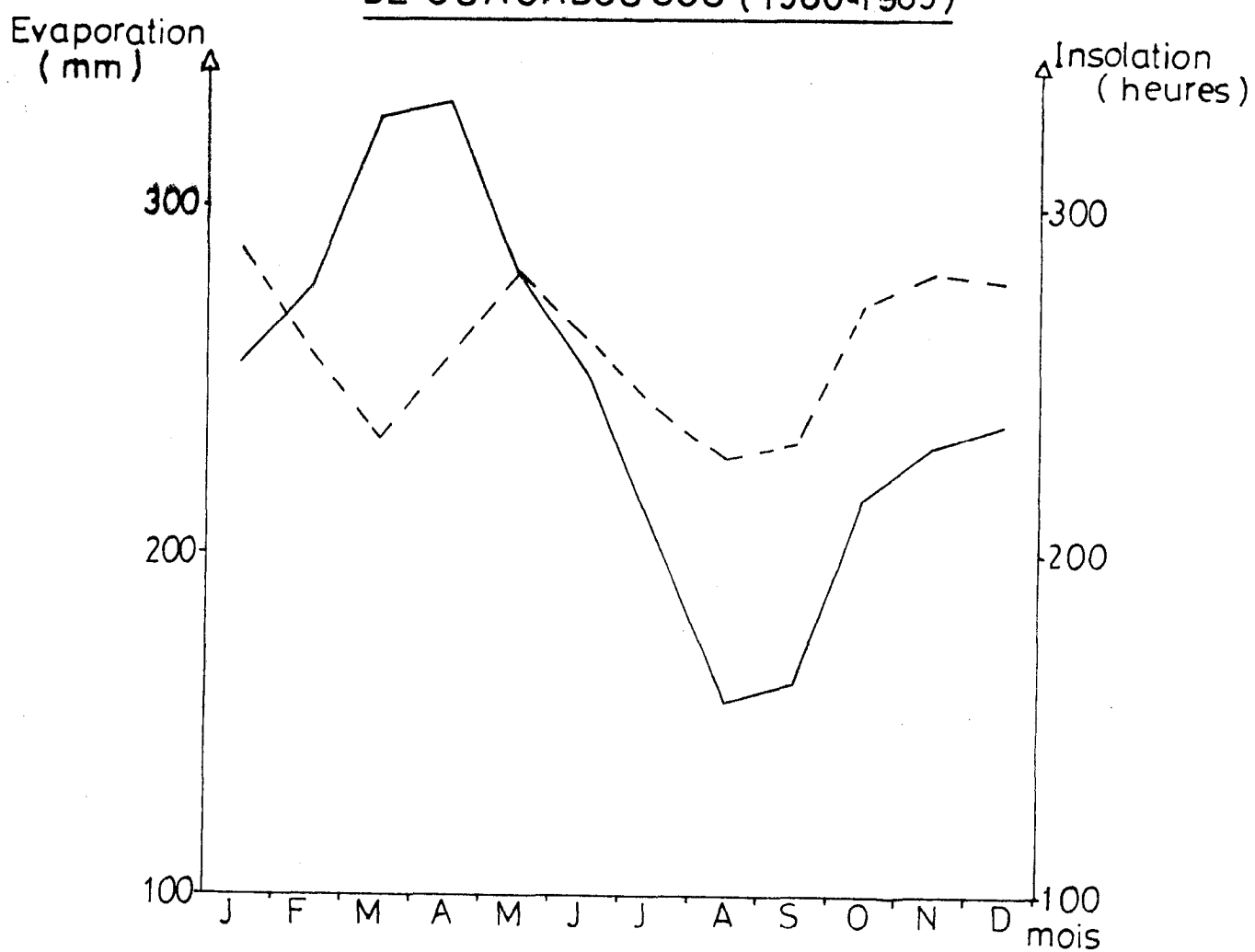
TABLEAU IV**INSOLATIONS MOYENNES MENSUELLES (en heures)**
(1980 à 1989)

Station	Janvier	Février	Mars	Avril	Mai	Juin	Juillet	Août	Septem- bre	Octobre	Novem- bre	Décem- bre	Total annuel
Ouaga- dougou	287,8	257,5	233,9	256,6	280,4	262,1	242,2	228,0	233,7	272,4	281,7	279,2	3115,5
Pô	287,8	256,5	255,2	260,6	283,6	253,1	238,6	218,1	226,5	273,6	277,3	281,9	3112,8

Source : Direction Météorologie nationale.

Fig.n°7

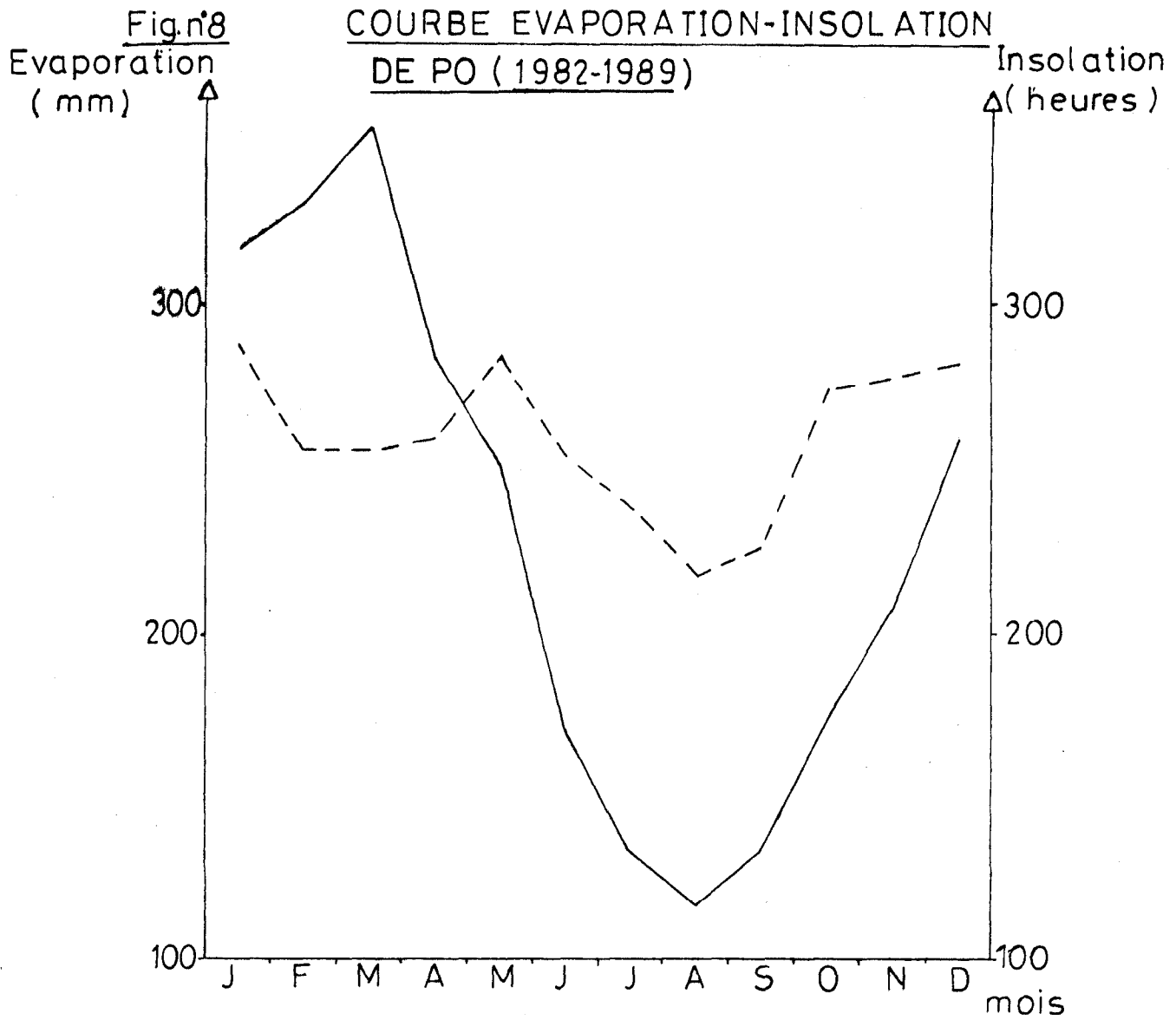
COURBE EVAPORATION-INSOLATION
DE OUAGADOU GOU (1980-1989)



légende

— EVAPORATION

- - - INSOLATION



légende

— EVAPORATION

--- INSOLATION

Il convient de dire que l'évaporation est un paramètre essentiel dans notre étude ; elle permet d'établir une comparaison entre la pluviométrie et les pertes en eau, afin de connaître les mois excédentaires ($P > E$) et les mois déficitaires en eau ($P < E$) (cf courbe bilan hydrique).

2) L'insolation

Par définition, c'est le nombre d'heures où le soleil a vraiment brillé. C'est une donnée qui nous permet d'analyser l'évaporation. La moyenne de l'insolation est supérieure à 3000 heures par an soit 125 jours.

En analysant les figures n°7 et n°8, nous faisons les mêmes observations que pour les données de l'évaporation, c'est-à-dire qu'elle est élevée pendant la saison sèche et faible pendant la saison des pluies.

C) Températures - Humidité

1) Températures

La température est un facteur important dans l'étude d'un bassin versant.

Dans le cas de notre secteur d'étude, la moyenne annuelle, calculée sur 10 ans (1980 - 1989) est de $27^{\circ}5$.

Cette moyenne interannuelle cache des disparités mensuelles et annuelles.

a) Les variations moyennes mensuelles

Les températures moyennes mensuelles en saison sèche sont très différentes. En nous référant à la température moyenne, qui est de $27^{\circ}5$, nous remarquons que les mois de mars-avril et mai appartenant à la saison sèche, enregistrent des températures moyennes supérieures à la moyenne annuelle. C'est le cas de la

station de Pô où les trois mois de la saison sèche ont une température moyenne mensuelle supérieure à 30°C.

Pendant ce temps, la station de Ouagadougou enregistre pour ces 3 mois une moyenne de 29°C.

Les mois de juin à septembre enregistrent des températures inférieures à la moyenne annuelle.

Cependant nous avons deux mois (décembre et janvier) très en dessous de la moyenne annuelle avec 23°C et 25°C. Cette variation de la température relève du fait que les mois de mars, avril et mai sont marquées par une forte insolation due à la présence de l'harmattan (ciel dégagé) ; au contraire les mois pluvieux sont sous l'influence de la "mousson", vent humide, d'où une faible insolation. Les mois de décembre, janvier et février sont influencés par la présence de l'alizé, vent frais, qui ne souffle que la nuit et jusqu'au matin, avec présence de brumes.

Les mois ayant une température sensiblement égale à la moyenne annuelle sont situés entre la fin de la saison des pluies et le début de la saison sèche (octobre - novembre). Ils bénéficient aussi bien de la chaleur que de l'humidité, équilibrant ainsi la température.

b) La variation des moyennes annuelles

La variation des températures moyennes annuelles est faible. cette moyenne annuelle est de 27°C. Cette tendance à l'uniformité de la température est caractéristique du climat nord soudanien.

Cependant il faut signaler que cette variation moyenne annuelle des températures revête l'importance de l'évaporation dans la zone, laquelle constitue une source d'alimentation de l'air atmosphérique en vapeur d'eau.

2) L'humidité

L'air atmosphérique est chargé de la vapeur d'eau, ~~continuellement~~ entretenue grâce à l'influence qu'exercent la ~~température~~ et les radiations solaires à la surface de la terre.

En observant le graphique n°10, nous remarquons une montée de l'humidité de janvier à août avant que celle-ci n'amorce une descente jusqu'en décembre. Cette évolution de l'humidité nous conduit à faire une certaine analyse :

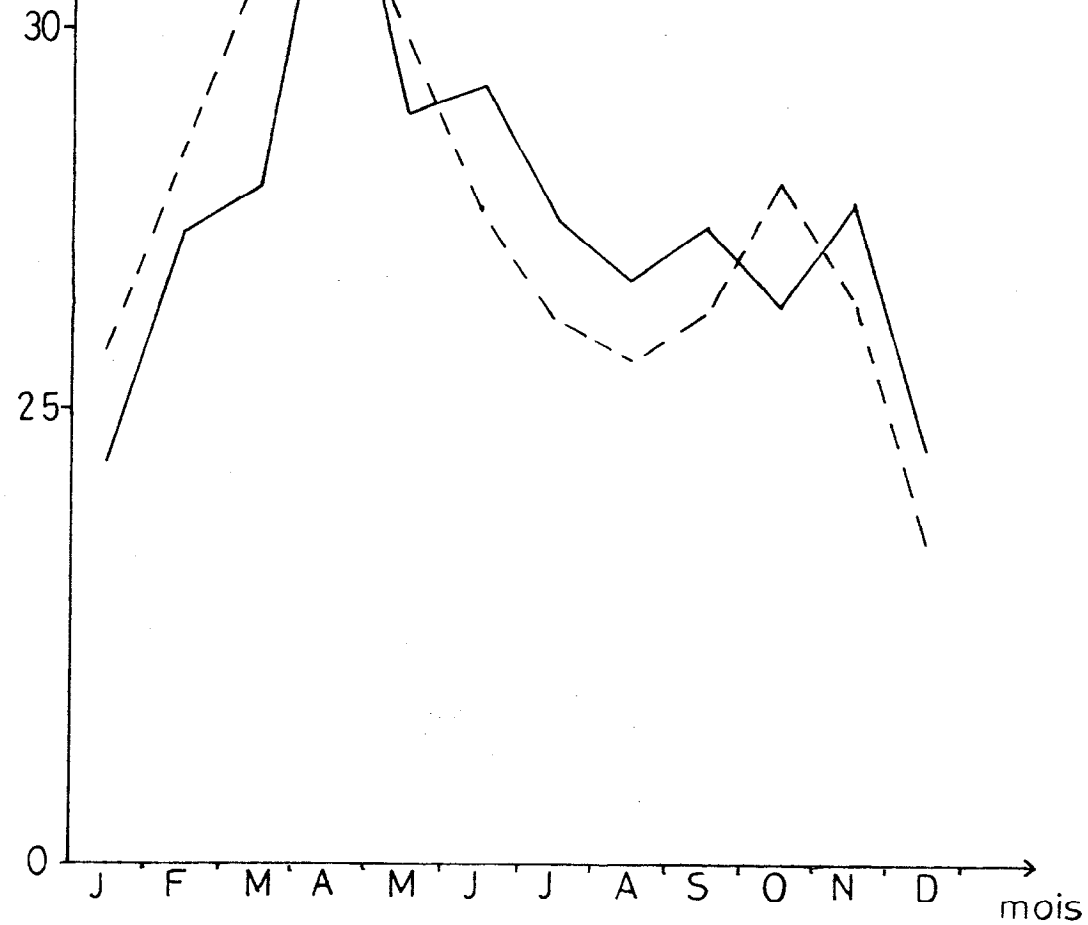
TABLEAU V.**TEMPERATURES MOYENNES MENSUELLES DE 1980 A 1989 (en °C)**

Station	Janvier	Février	Mars	Avril	Mai	Juin	Juillet	Août	Septem- bre	Octobre	Novem- bre	Décem- bre
Ouagadougou	24,3	27,3	27,9	33,0	28,9	29,3	27,5	28,7	27,4	26,4	27,7	24,5
Pô	25,8	28,5	30,9	32,1	29,9	27,6	26,2	25,7	26,3	28,0	27,0	23,3

Source : Direction Météorologie nationale.

température
°C

Fig n°9 COURBE DES TEMPERATURES MOYENNES
MENSUELLES DE OUAGADOUGOU ET PO
1980-1989



légende

— OUAGADOUGOU

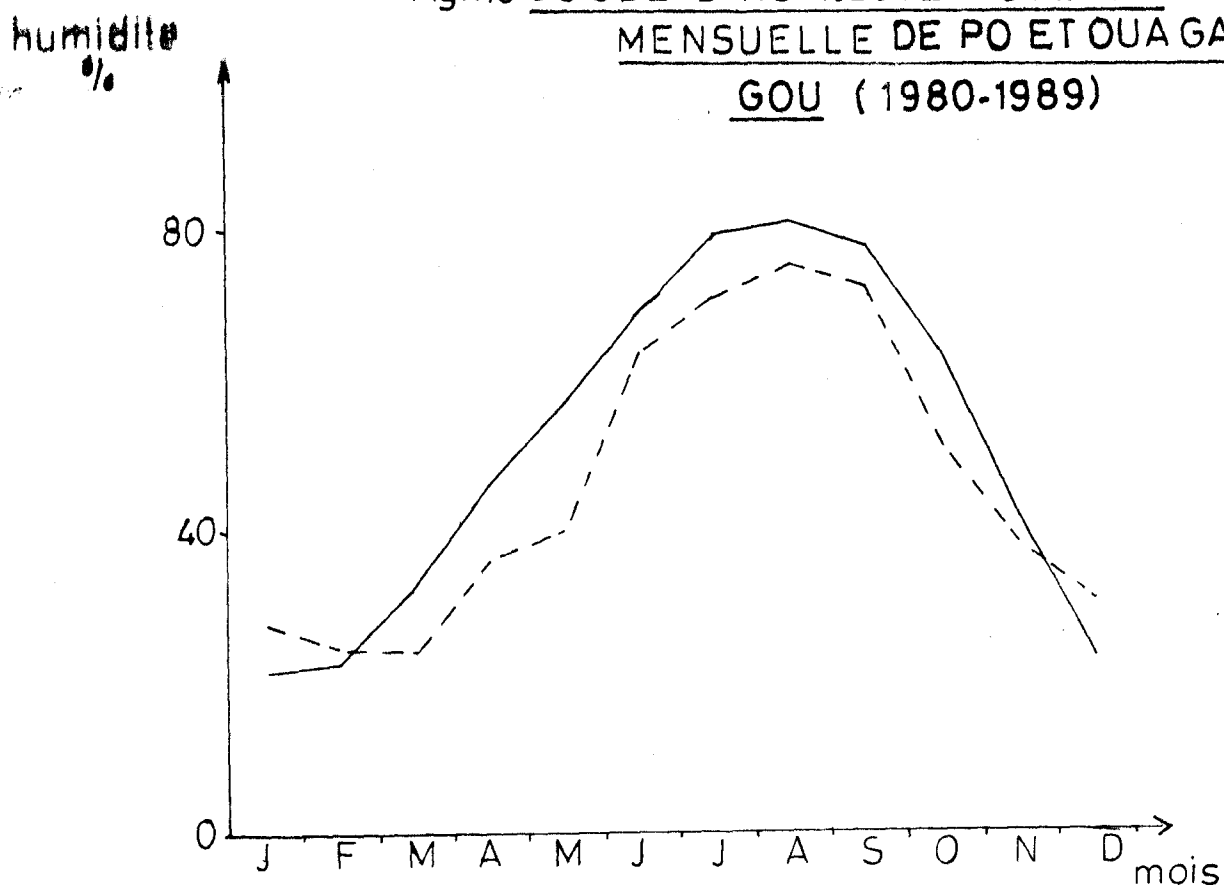
- - - PO

TABLEAU VI**HUMIDITE MOYENNE MENSUELLE DE 1980 A 1989 (EN %)**

Station	Janvier	Février	Mars	Avril	Mai	Juin	Juillet	Août	Septem- bre	Octobre	Novem- bre	Décem- bre
Ouagadougou	27,6	24,4	24,0	36,9	40,3	63,7	71,4	75,8	72,3	50,9	38,7	31,0
Pô	21,0	22,0	32,8	46,0	57,8	69,4	79,1	80,5	77,5	63,4	41,4	23,1

Source : Direction Météorologie nationale.

Figⁿ10 COUBE D'HUMIDITE MOYENNE
MENSUELLE DE PO ET OUA GADOU-
GOU (1980-1989)



légende

— PO

- - - - OUAGADOUGOU

D'après la courbe évaporation - insolation, l'humidité suit l'évaporation et cela jusqu'en mars. En avril, la masse d'air venant de sainte Hélène augmente l'humidité de l'air et ce jusqu'en août. La baisse d'humidité observée à partir de septembre jusqu'en janvier, coïncide avec la descente vers le sud du Front Intertropical. Ce reflux du FIT laisse planer l'influence de l'harmattan, vent chaud et sec, dont ces effets desséchants vont entraîner un déficit en eau de l'atmosphère. Ce déficit hygrométrique est caractérisé par une forte évaporation.

L'analyse du paysage physique et de l'hydroclimatologie du bassin-versant de Nazinon à Nobéré fait ressortir des aspects qui méritent une attention :

La position géographique de la région, place le bassin versant dans un climat à saison contrastée, avec une longue saison sèche et une saison des pluies de plus en plus courtes au fur et à mesure qu'on s'élève en latitude.

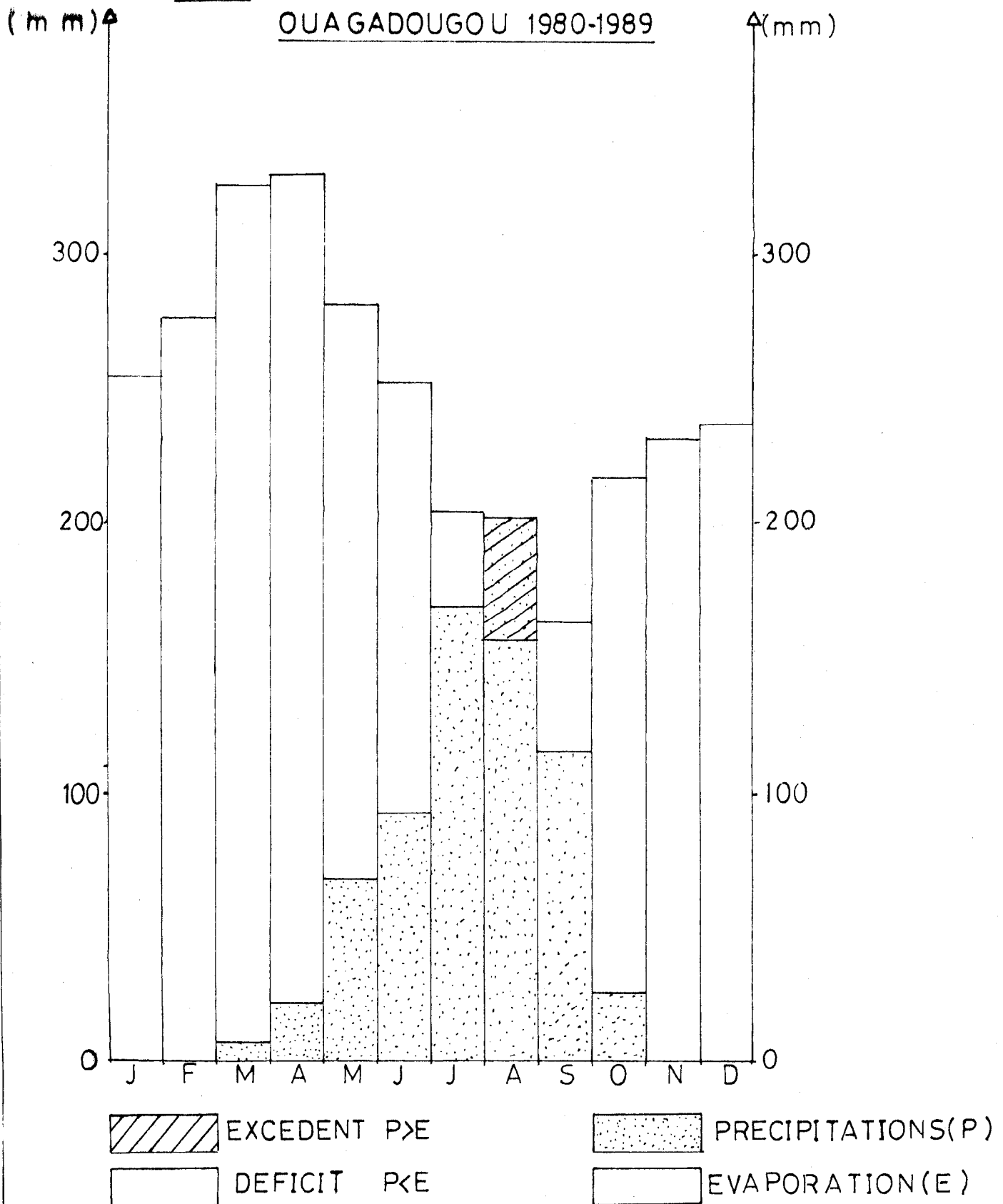
L'amplitude thermique s'accroît et la quantité d'eau tombée est en baisse progressive depuis déjà 3 décennies (1961-1990) (cf carte d'évolution pluviométrique 1961 - 1990).

La combinaison, position géographique, continentalité du pays et l'ensemble des conditions climatiques, maintiennent des risques de sécheresse avec comme corollaire une pénurie d'eau presque permanente.

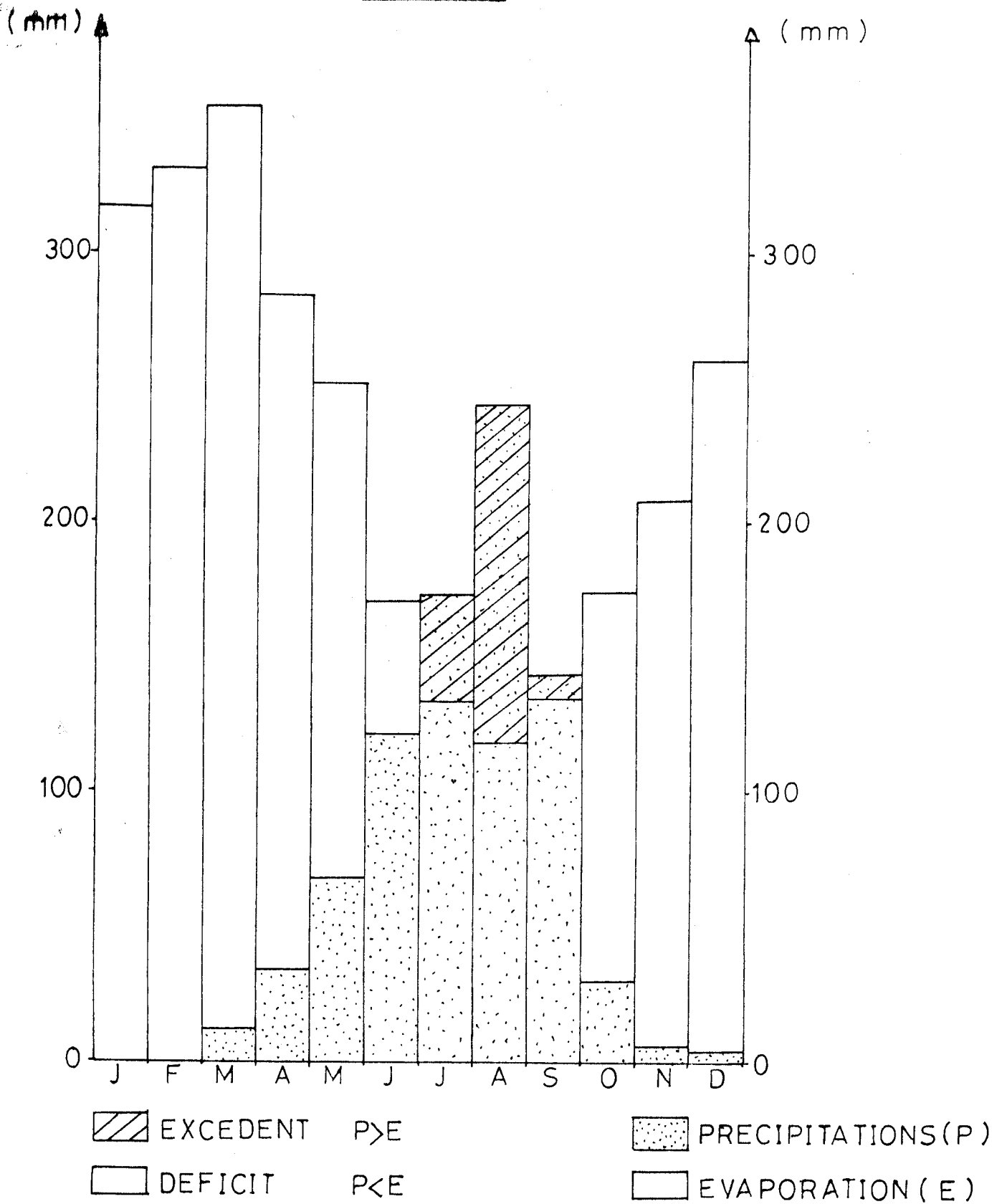
Enfin les températures, l'insolation, la pluviométrie, l'évaporation et l'humidité sont des contraintes naturelles omniprésentes qui influent sur la fluctuation des eaux de surface.

Il faut convenir qu'une bonne connaissance de l'hydroclimatologie impliquée aux paysages physiques est indispensable à la compréhension des phénomènes hydrologiques.

Fig n°11 BILAN HYDRIQUE DE
OUAGADOUGOU 1980-1989



Figⁿ12 BILAN HYDRIQUE DE PO
1980-1989



DEUXIEME PARTIE :
CARACTERISTIQUES
HYDROLOGIQUES DU BASSIN
VERSANT DU NAZINON

CHAPITRE IV : LE BASSIN VERSANT DU NAZINON A NOBERE

Un bassin versant est une surface topographique, telle que toute l'eau destinée à y circuler librement passe nécessairement en un lieu d'écoulement appelé exutoire.

A) La morphométrie

1) Les dimensions du bassin versant

Le bassin a été délimité sur fond de carte topographique au 1/200.000 (Koudougou, Léo, Ouagadougou, Pô).

Après planimétrage, il couvre une superficie de :

$$A_0 = 7660 \text{ km}^2$$

Le périmètre du bassin est obtenu en utilisant le curvimètre :

$$P = 420 \text{ km}$$

2) Le coefficient de compacité ou indice de GRAVELIUS (Kc)

C'est le rapport périmètre du bassin sur celui d'un cercle de même surface. Si le rapport est égal à 1, le bassin est un cercle. Si le rapport est supérieur à 1, le bassin est allongé.

Il s'obtient par la formule :

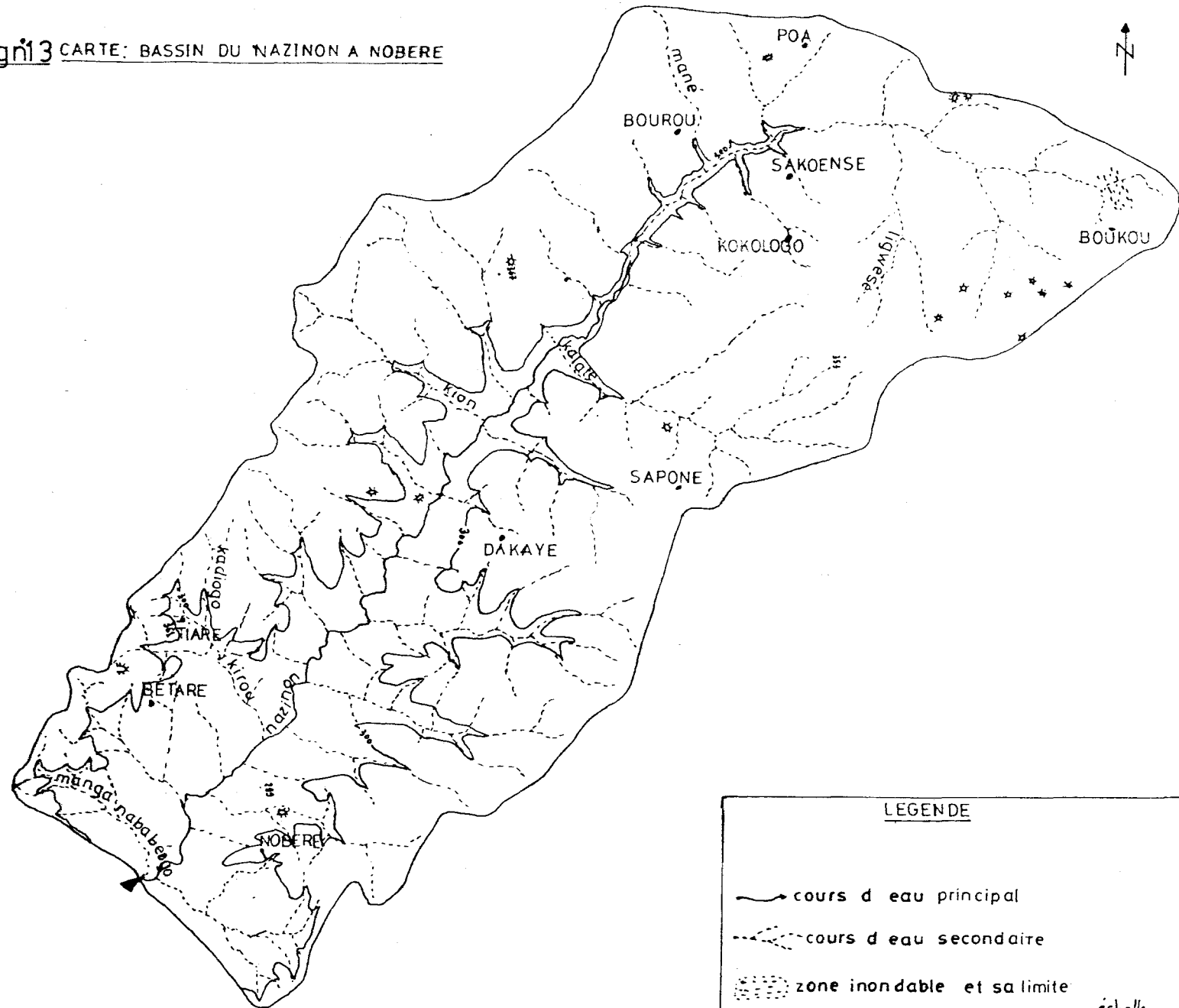
$$Kc = 0,28 \frac{P}{\sqrt{A_0}}$$

où P est le périmètre du bassin et A₀ la surface.

$$AN : Kc = 0,28 \times \frac{420}{\sqrt{7660}}$$

$$\underline{Kc = 1,34.}$$

Fig 13 CARTE: BASSIN DU NAZINON A NOBERE



LEGENDE

— cours d'eau principal

- - - cours d'eau secondaire

▨ zone inondable et sa limite

○ courbes de niveau

⚡ escarpements

échelle

0 5 10 Km

3) Le rectangle équivalent

C'est un mode de représentation théorique du bassin. C'est une notion introduite par M. ROCHE de l'ORSTOM, pour comparer facilement les bassins entre eux.

Notre rectangle équivalent, a des dimensions déterminées par les formules suivantes :

- Longueur du rectangle équivalent :

$$L = \frac{K\sqrt{A_0}}{1,12} \left[1 + \sqrt{1 - \left(\frac{1,12}{K_c}\right)^2} \right]$$

$$\underline{L = 144,2 \text{ km}}$$

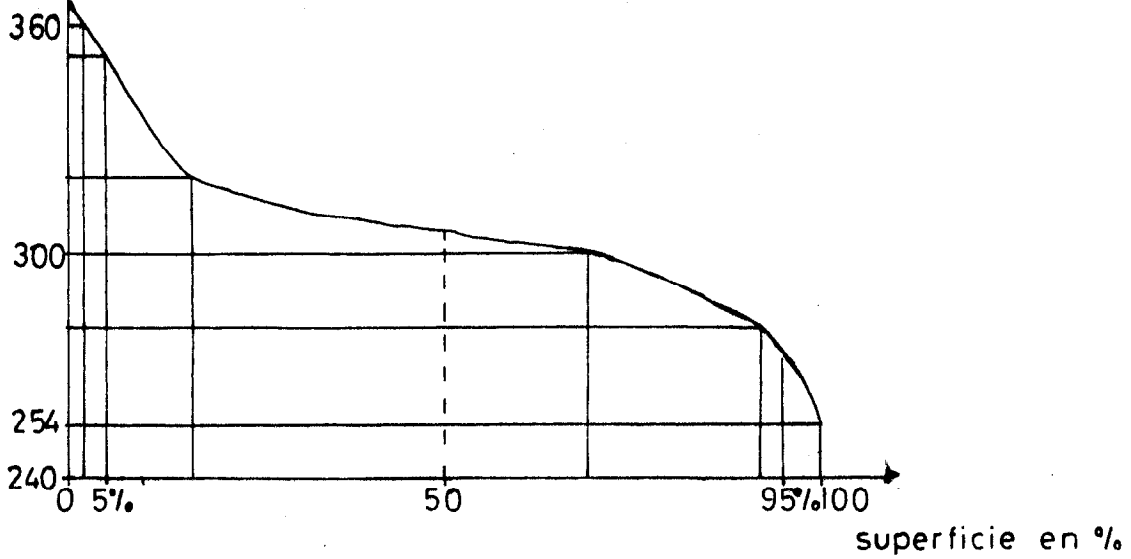
- Largeur du rectangle équivalent :

$$l = \frac{K\sqrt{A_0}}{1,12} \left[1 - \sqrt{1 - \left(\frac{1,12}{K_c}\right)^2} \right]$$

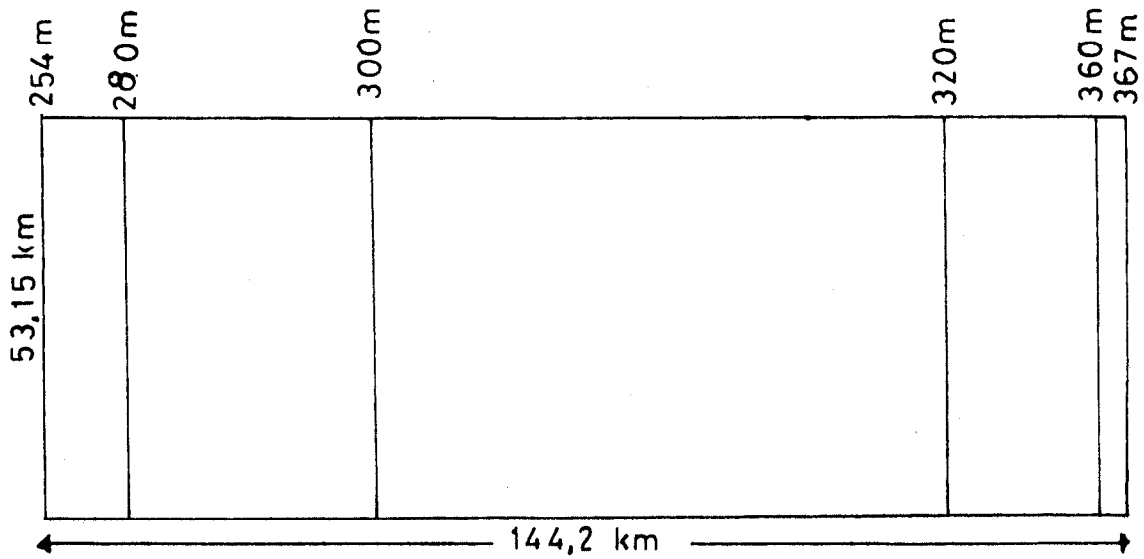
$$\underline{l = 53,1 \text{ km}}$$

altitude
(m)

Fig^o14 COURBE HYPSONOMETRIQUE



RECTANGLE EQUIVALENT



B) L'hypsométrie

Sur une carte topographique, le relief est représenté par des courbes de niveau. Pour établir une hypsométrie du bassin, nous avons adopté une méthode qui consiste à planimétrer les superficies de chaque zone, en allant des plus élevées au plus basses

Cette méthode nous permet de cumuler chaque superficie mesurée. Les superficies ainsi cumulées sont exprimées en pourcentage de la surface totale et à partir d'un tableau dressé, une courbe hypsométrique est tracée.

- L'indice global de pente (I_g)

Il est défini par le rapport :

$$I_g = \frac{\Delta H}{L} \Rightarrow I_g = \frac{H_{5\%} - H_{95\%}}{L}$$

H est la dénivellée entre l'altitude telle que 5% de la surface du bassin soit située au dessus, et l'altitude telle que 5% de la surface du bassin soit située en dessous. Ce sont des points d'abscisse 5% et 95% de la courbe hypsométrique.

ΔH est exprimée en mètre

L est la longueur du bassin, exprimée en km.

$$\underline{I_g = 0,56 \text{ m/km}}$$

- L'indice de pente de roche : I_p

Il est défini par la formule :
$$I_p = \frac{1}{\sqrt{L}} \sum \sqrt{A_i \times D_i}$$

où A_i représente les surfaces partielles entre deux courbes de niveau et D_i les équidistances entre ces courbes de niveau. C'est un indice de susceptibilité au ruissellement.

$$\underline{I_p = 0,792}$$

L'altitude médiane

Elle est lue sur la courbe hypsométrique au point correspondant à l'abscisse 50% de la superficie totale.

Altitude médiane : 308 m

- l'altitude moyenne

Elle s'obtient à partir de la courbe hypsométrique par une méthode simple : il faut planimétrer la surface comprise entre la courbe hypsométrique et les axes de coordonnées, limitées à la côte d'altitude de l'exutoire.

L'altitude moyenne s'obtient par la formule :

$$\text{Altitude moyenne} = \frac{\text{Surface}}{\text{Longueur}}$$

TABLEAU VII**DONNEES HYSOMETRIQUES**

Altitude (m)	Superficies partielles (si) (km ²)	Pourcentage des superficies partielle %	Superficie cumulée (km ²)	$A_i = s_i/A$	D_i (m)	$A_i \times A_i^*$
367 - 360	14,8	0,2	14,8	0,002	7	0,118
360 - 320	1267,2	16,5	1282	0,165	40	2,57
320 - 300	40008	52,3	5290	0,523	20	3,23
300 - 280	1764	23,0	7054	0,23	20	2,15
280 - 254	606	8,0	7660	0,08	26	1,44
						= 9,508

A_i = superficie **partielle** entre des courbes de niveau

D_i = dénivelée **entre** les mêmes courbes de niveau choisie $D_i = 40$ m et 20 m intercalaire.

$$\text{où } H \text{ moyenne} = \frac{1}{A} \int_0^S H(S) ds$$

$$\text{AM : } \underline{H \text{ moyenne} = 306 \text{ m}}$$

- Pente longitudinale du bassin versant

Selon RODIER AUVRAY, la pente longitudinale est évaluée en prenant le profil en long du cours d'eau principal sur lequel on élimine 20% de l'extrémité amont et 20% aval. La pente se calcule sur seulement 60% de la longueur du profil en long.

$$P_L = \frac{\Delta H}{\Delta L} \Rightarrow P_L = \frac{H_{20\%} - H_{80\%}}{L_{20\%} - L_{80\%}}$$

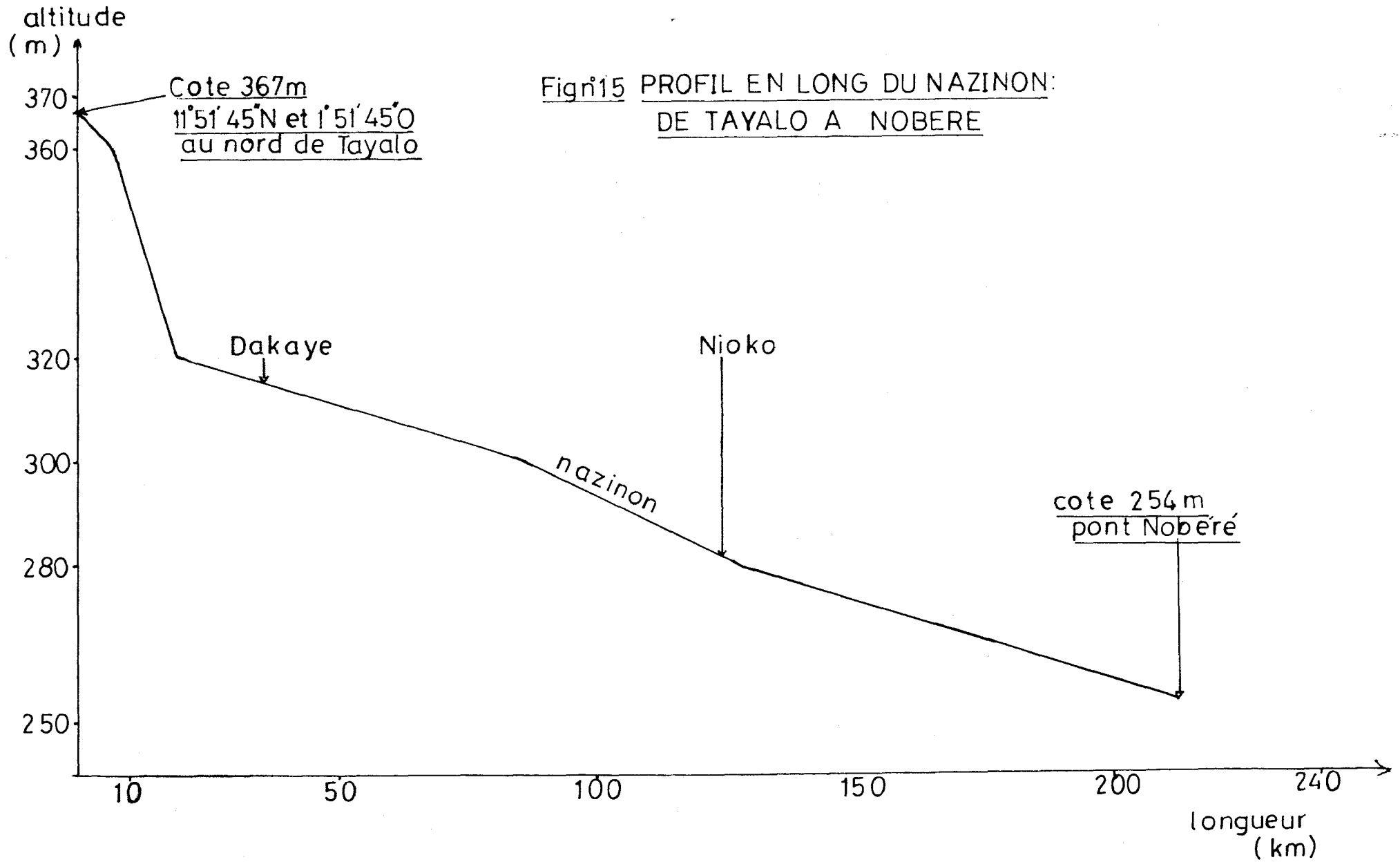
$$\underline{P_L = 0,380 \text{ m/km}}$$

- Pente transversale du bassin versant

Selon RODIER AUVRAY, la pente transversale est évaluée en considérant la moitié du profil transversal du cours d'eau en partant du bord supérieur des talwegs vers le lit mineur en éliminant 20% en amont et 20% en aval. La pente se calcule suivant la formule ci-dessous :

$$P_T = \frac{\Delta H}{\Delta l} \Rightarrow P_T = \frac{H_{20\%} - H_{80\%}}{l_{20\%} - l_{80\%}}$$

$$\underline{P_T = 0,5 \text{ m/km}}$$



Figⁿ15 PROFIL EN LONG DU NAZINON:
DE TAYALO A NOBERE

Fig. 16 PROFIL TRANSVERSAL DU NAZINON A NOBERE

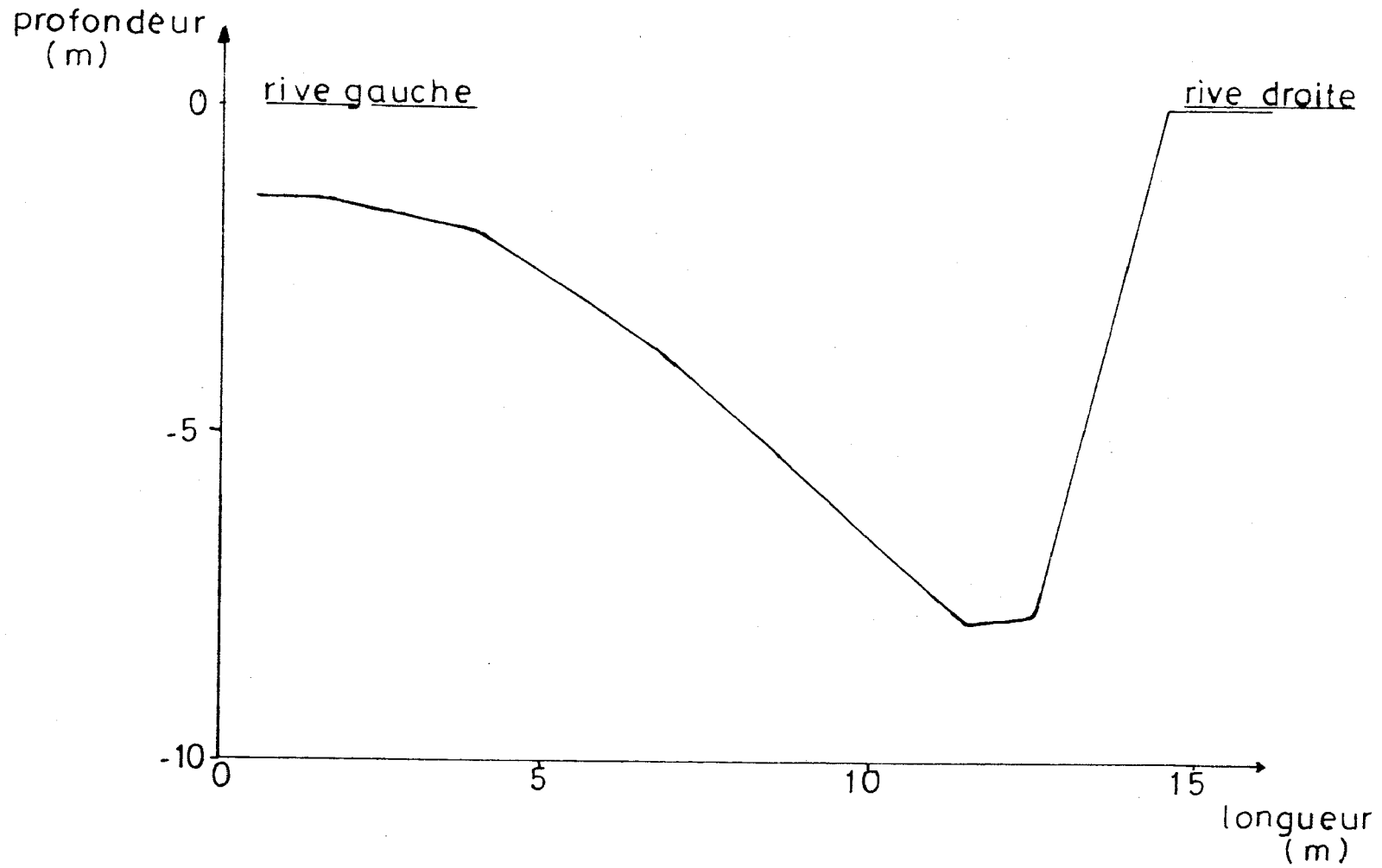


Tableau VIII**CARACTERISTIQUES PHYSIQUES DU BASSIN VERSANT**

Superficie km ²	Périmètre km	Longueur km	Largeur km	Kc m/km ²	Ig m/km	Ip m/km	Altitude moyenne (m)	Altitude médiane (m)	Pente longitudi- nale (m/km)	Pente Latitudi- nale (m/km)
7660	420	144,2	53,15	1,34	0,56	0,792	306	308	0,38	0,5

C) Le réseau hydrographique

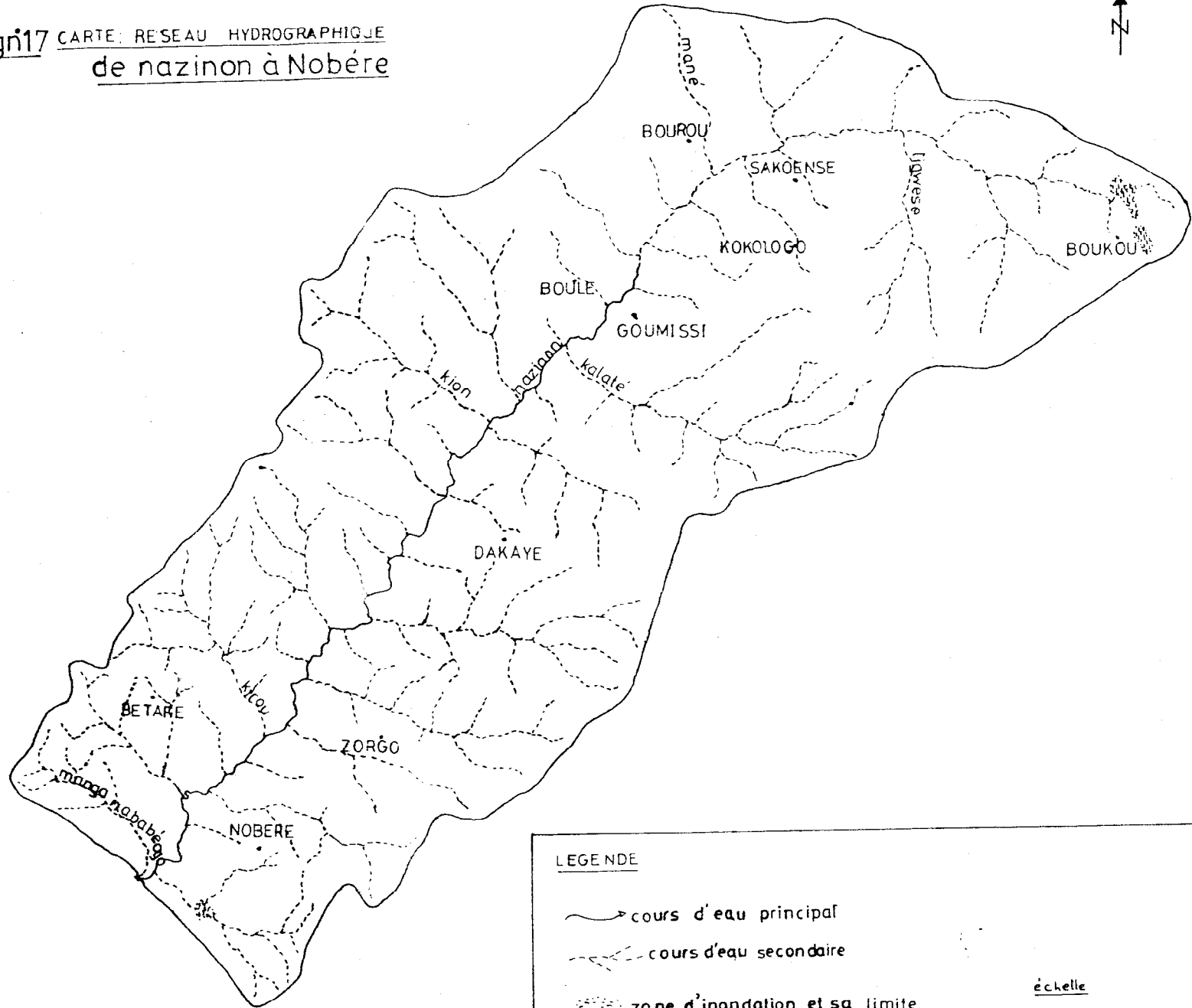
Le Nazinon, affluent de Nakambé, prend sa source dans une région tropicale sèche, à 330 m d'altitude, et se situe à 50 km au Nord-Ouest de Ouagadougou dans le village de Boussé, province d'Oubritenga.

Cette rivière est alimentée non par une nappe souterraine, mais par des marigots souvent à sec et qui ne débitent que sous de fortes pluies (Moniod, et Coll 1977, GUENDA W, 1980, SAVADOGO, 1984). Il coule dans la direction nord-sud jusqu'à Sakoinso, à une altitude de 299 m, après un parcours de 55 km.

La pente à cette station est de 0,212 m/km, il se dirige ensuite vers le sud-est en décrivant des méandres de faibles amplitudes. Avec une pente régulière de 0,245 m/km le cours d'eau arrive à la station de Nobéré (cf carte de réseau hydrographique).

Pour contrôler des différents événements qui peuvent survenir dans le bassin versant, le réseau hydrographique est équipé d'instrument de mesures, répartis dans trois stations hydrométriques.

Fig 17 CARTE: RESEAU HYDROGRAPHIQUE
de nazinon à Nobère



LEGENDE

- > cours d'eau principal
- - - cours d'eau secondaire
- ▨ zone d'inondation et sa limite

échelle
0 5 10 Km

CHAPITRE V : LES MESURES HYDROMETRIQUES

A) Les équipements

1) Les stations de jaugeages

a) La station de jaugeage de Nobéré

Elle est située à 11°26' de latitude nord et à 1°11' de longitude ouest. La station a été équipée le 24 juillet 1965, puis réinstallée le 17 mai 1973, suite à la construction du nouveau pont en aval de l'ancien. Cette modification a occasionné l'interruption des observations de 1970 à 1972.

b) La station de jaugeage de Dakaye

Située à 11°46' de latitude nord et 1°36' de longitude ouest, la station de Dakaye a été installée par l'ORSTOM les 8 et 9 avril 1975, sous le pont métallique de la route Ouagadougou - Léo, côté aval, rive gauche.

c) La station de jaugeage de Sakoince

Elle a pour coordonnées géographiques :

12°12' de latitude nord et 20°21' de longitude ouest. La première échelle au pont sur le Nazinon de la route Ouagadougou - Koudougou fut installée en 1963. Après l'installation d'un limnigraphe en 1965, la station fut suivie plus ou moins régulièrement jusqu'en 1976. En 1977 ont commencé les travaux du nouveau pont routier. Les tracées de l'ancien pont ont été volontairement fermées par un mur jusqu'à une certaine hauteur pour créer en amont une petite retenue d'eau. Celui-ci influence les débits de l'étiage, surtout en début de saison des pluies, lors du remplissage par les premières crues.

La station a été réinstallée le 4 octobre 1978 par l'ORSTOM à la section du nouveau pont avec une batterie de 4 échelles et un limnigraphe. Après la destruction de cette batterie par les eaux d'écoulement, la plaque a été fixée sur les pulliers en 1980 et en 1987 elle fut de nouveau fermée.

2) Les instruments de mesures

Sur l'ensemble du bassin versant, il y a trois stations hydrométriques équipées :

- a) la station hydrométrique de Sakoince
- b) la station hydrométrique de Dakaye
- c) la station hydrométrique de Nobéré.

Toutes les trois (3) sont équipées d'un limnigraphe à tambour horizontal de marque OTT à rotation mensuelle et d'une échelle limnimétrique à 3 éléments (0 - 3 m) pour la station de Sakoince et de 5 éléments (0 à 5 m) pour les stations de Dakaye et de Nobéré. Ces instruments de mesures permettent une inspection régulière des événements hydrologiques dans les différentes stations hydrométriques.

3) Le dépouillement d'un limnigramme

Un limnigramme est en fait une matérialisation de la variation du niveau d'eau d'un cours d'eau donné. Il reflète l'évolution quantitative du niveau d'eau pendant une période considérée. Le dépouillement d'un limnigramme demande une prise en compte de la capacité du fonctionnement des limnigraphes.

Un limnigraphe est un appareil qui enregistre les variations du niveau d'eau en fonction du temps sous forme de graphique ou de bande perforée. Le graphique ou la bande perforée représente le limnigramme.

Au Burkina Faso, nous disposons de deux types de limnigrammes : semestriels et mensuels. Dans notre cas d'étude, il s'agit de limnigramme mensuel.

Le dépouillement d'un limnigramme mensuel peut susciter plusieurs méthodes d'approches suivant l'importance du cours d'eau et la fiabilité des informations à fournir.

Pour nous procurer des informations indispensables à la poursuite de notre travail, nous avons opté pour une méthode d'approche simple qui consiste à : subdiviser le limnigramme mensuel en jours et chaque jour en 6 valeurs de 4 heures chacune, ce qui donne une répartition journalière suivante : 04 heures - 08 heures - 12 heures - 16 heures - 20 heures - 24 heures. Ce découpage régulier de limnigramme nous donne les hauteurs d'eau toutes les 4 heures et la somme totale des 6 valeurs de 4 heures chacune donne la hauteur moyenne d'eau journalière. Le débit équivalent aux hauteurs d'eau à ces différentes valeurs est obtenu grâce à un barème préétabli (voir annexe II).

Le barème a été établi à partir de la courbe d'étalonnage réalisée après une série de jaugeage effectuée (minimum 15 jaugeages). C'est la courbe hauteur d'eau-débit.

La courbe de tarage ainsi réalisée, sera divisée en tronçon, ce qui nous donne à chaque hauteur d'eau un débit correspondant et entre deux hauteurs d'eau s'effectue le calcul du coefficient de correction* .

La courbe d'étalonnage ou de tarage peut s'obtenir aussi par la formule :

$$Q = C1(H1 - H0)^2 + C2(H1 - H0) + C3$$

* Les coefficients de correction (C1, C2, C3) sont des données informatisées consignées dans l'ordinateur, nous les avons utilisés tout simplement pour établir les courbes de lamages.

où **C1, C2, C3** sont des coefficients de correction **H1 - H0**, la variation de la hauteur d'eau.

Parmi les trois stations hydrométriques cités plus haut, deux ont fait l'objet d'étude. Cependant il faut convenir que les données élaborées précisent ou non, abondantes ou partielles, nous ont permis d'étudier le régime hydrologique du Nazinon à Nobéré.

Tableau IX : Débit moyen mensuel et annuel de Nobéré en m³/s

Année	Avril	Mai	Juin	Juil.	Août	Sept	Oct	Nov	Déc	Moyennes
1975	0,0	0,211	0,945	7,23	13,6	42,9	1,57	0,299	0,0	5,56
1976	0,0	1,25	1,88	4,19	6,76	4,42	1,57	1,82	0,0	2,02
1977	0,0	(0)	(5,45)	12,1	51,5	48,0	4,01	(0,42)	-	(10,19)
1978	0,0	1,29	(1,29)	8,38	13,4	6,39	(4,86)	0,328	0,0	(2,81)
1979	0,0	4,78	11,20	8,30	27,0	27,10	2,73	0,36	0,0	6,96
1980	0,0	0	6,20	3,33	22,80	25,80	4,79	0,48	0,0	4,97
1981	0,0	0,08	5,29	11,20	30,50	14,40	1,12	0,0	0,0	5,21
1982	0,57	1,80	2,21	4,01	11,0	11,80	0,62	0,0	0,0	2,55
1983	0,0	0,76	12,30	10,10	5,79	3,81	0,20	0,0	0,0	2,75
1984	0,0	0,62	4,64	16,40	11,30	5,88	0,08	0,03	0,0	3,73
1985	0,0	0,0	5,78	35,90	24,70	7,42	1,95	0	0	6,26
1986	0,0	1,24	10,0	9,85	15,90	50,60	0,27	0	0	7,86
1987	0,0	0,0	10,0	3,21	21,70	5,31	1,47	0	0	3,44
1988	0,31	0,79	3,04	14,30	33,0	36,40	0,72	0	0	7,44
1989	0,0	0,301	2,62	29,10	19,1	12,3	1,28	0	0	(5,43)
1990	1,09	0,0	9,99	13,2	9,95	0,979	1,76	0	0	2,96

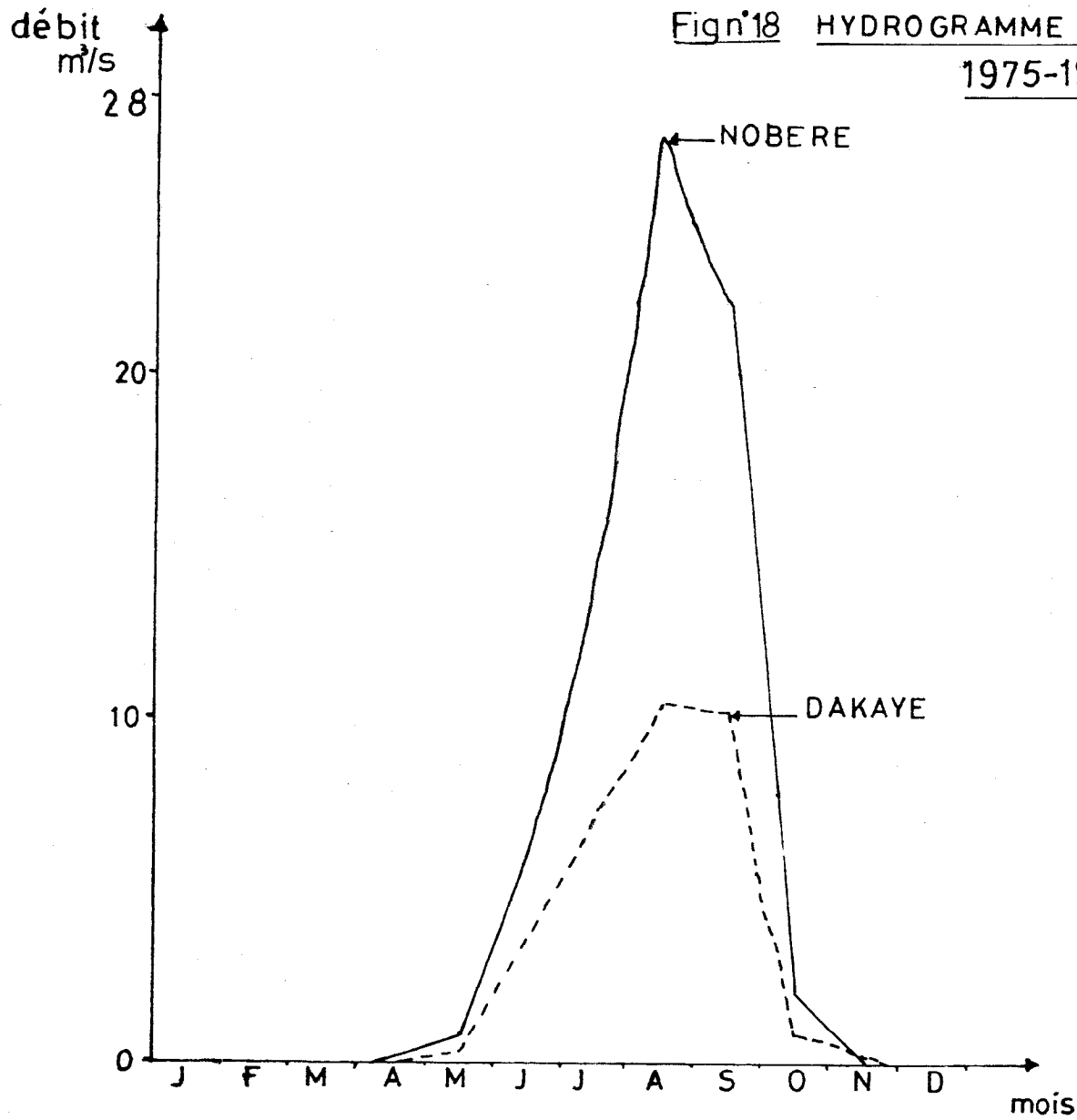
Source : D.I.R.H. (Direction des inventaires et des ressources hydrauliques)

Tableau X : Débit moyen mensuel et annuel de Dakaye Q m³/S

Année	Avril	Mai	Juin	Juil.	Août	Sept	Oct	Nov	Déc	Modu les
1975	0	0,889	3,97	6,49	9,24	18,6	2,09	1,18	0,413	3,57
1976	0	0	2,84	1,77	5,92	3,55	2,99	2,32	0	1,61
1977	0	0	0,828	1,92	37,3	25,3	0,433	0	0	5,48
1978	0	(0,87)	0,42	5,45	9,24	7,33	2,26	0,32	0	2,15
1979	0	0,481	4,72	8,38	8,06	15,8	2,18	0,109	0	3,31
1980	0	0,066	4,96	2,85	11,7	11,1	0,213	0	0	2,57
1981	0	(0,463)	2,87	8,14	10,9	8,66	0,332	0	0	2,61
1982	0,577	-	2,21	4,01	11,0	11,8	-	0	0	2,46
1983	0	1,01	9,18	2,86	2,69	0,813	0	0	0	1,37
1984	0	1,13	1,16	12,5	3,22	2,46	0,036	0	0	1,70
1985	0	0	3,56	23,7	7,51	3,84	0,089	0	0	3,22
1986	0	0	2,62	6,20	3,38	18,4	0,378	0,01	0	2,58
1987	0	0	8,57	1,07	3,78	0,248	0,486	0	0	1,17
1988	0	2,30	2,86	14,2	23,1	16,1	0,418	-	0,00	4,91
1989	0	0,00	3,394	15,6	8,71	6,69	0,289	-	-	2,64
1990	0									

Source : D.I.R.H. (Direction des inventaires et des Ressources Hydrauliques).

Figⁿ18 HYDROGRAMME DE NOBERE ET DAKAYE
1975-1990



4) Les variations de la courbe d'étalonnage

a) Station de Nobéré

Depuis l'ouverture de la station hydrométrique de Nobéré, deux courbes d'étalonnage ont été utilisées.

La première courbe a été réalisée après 19 jaugeages et fut valable de 1965 à 1969.

Suite à la construction du point de Nobéré sur le Nazinon, la station a été déplacée en 1973.

Une deuxième courbe d'étalonnage sera tracée après 6 jaugeages de 1973 à 1974. Cette deuxième courbe qui était restée en vigueur jusqu'en 1979, malgré les faibles données sera utilisée à tort, après 19 jaugeages effectués ultérieurement de 1974 à 1979 parce que mal ajustée en dessous de la hauteur d'eau de 3 m ($H = 3$ m).

Une troisième courbe sera adoptée en s'appuyant sur les 24 jaugeages (1973 à 1979) laquelle courbe est entrée en vigueur depuis le 1er juin 1973 et reste encore valable.

b) La station de Dakaye

De 1975 à 1977, 10 jaugeages ont été exécutés, 11 jaugeages supplémentaires en 1978 ont permis de préciser la courbe d'étalonnage.

Il n'y a pas de jaugeages en 1979 mais 2 jaugeages de 1980, un de 1981 et un autre de 1982 en basses eaux confirment la courbe. La courbe est peu précise en moyennes eaux à cause de la très faible vitesse d'écoulement. En hautes eaux, elle est basée sur 2 jaugeages de crue de 1977. (4,69 m ; 76 m³/S et 4,59 m ; 62,2 m³/S).

Fig n°19

COURBE D'ETALONNAGE

STATION: TRAITE TO HOBERE

COURS D'EAU: NAEINOU

BURKINA FASO
DIRECTION DE L'AMENAGEMENT
DES RESSOURCES HYDRAULIQUES
SERVICE HYDROLOGIE

COURBE NO : 5

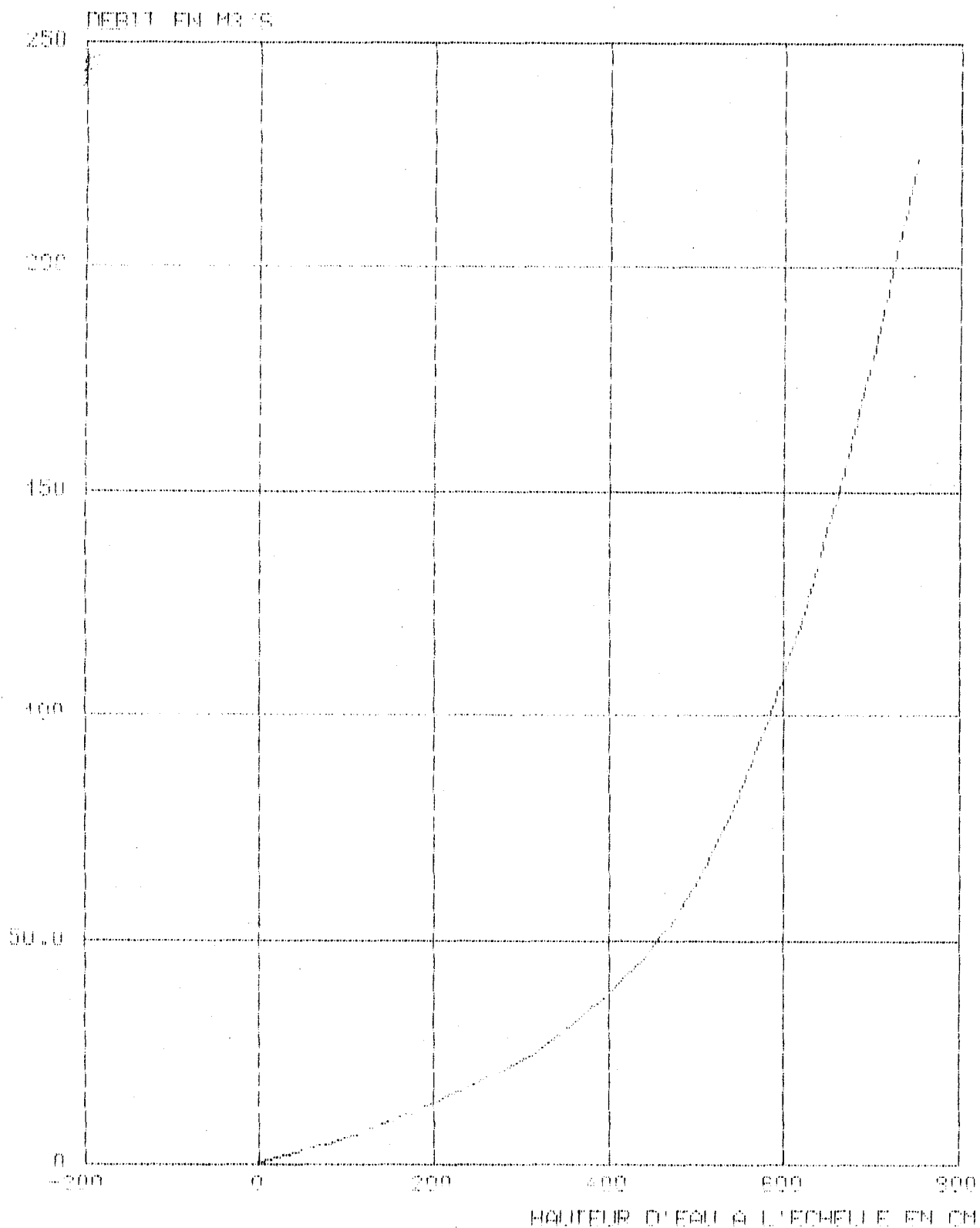
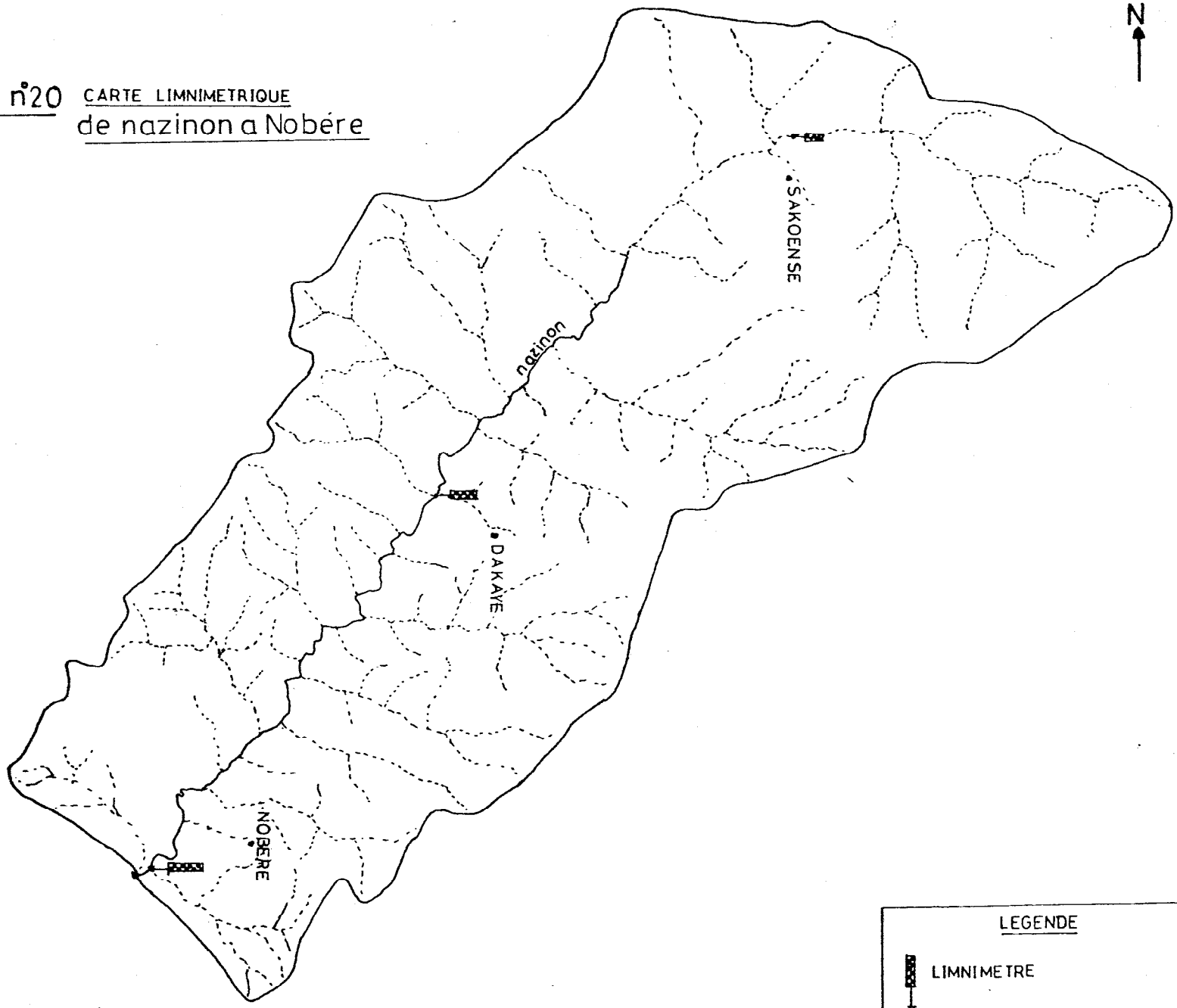



Fig n°20 CARTE LIMNIMETRIQUE
de nazinon a Nobère



LEGENDE

 LIMNIMETRE

0 5 10

5) Qualité des données

Sur les 3 stations hydrométriques que compte le bassin versant du Nazinon à Nobéré, nous n'utiliserons que deux : Nobéré et Dakaye.

Le choix est guidé par la plus grande disponibilité des données existantes dans les 2 stations. Ce sont des stations récentes, créées respectivement en 1973 et 1975.

Pour harmoniser les données, nous avons pris pour année de base 1975 ce qui nous donne 16 années d'observation (1975 - 1990).

La longueur des séries est à notre avis, acceptable, vu qu'il faut généralement travailler sur une série de 30 ans et plus.

Dans le document, vous trouverez deux types de données :

- les données extrapolées extraient des documents (annuaires hydrologiques) ;
- les données calculées sont obtenues en utilisant une méthode statistique. La méthode des corrélations linéaires.

La méthode de corrélation est employée pour compléter des données manquantes et étendre les enregistrements d'une station hydrologique en corrélant les données disponibles de cette station avec celle existantes dans une station voisine.

Dans notre cas, nous avons corrélé les données de la station de Dakaye avec celles de Nobéré pour déterminer les données manquantes de la station de Nobéré.

La fiabilité des données calculées n'est effective que si le coefficient de corrélation est supérieur ou égal à 80%. Les coefficients de corrélation calculés sont :

$r = a \frac{S_x}{S_y}$
 $r = 0,83$ et $r = 0,83$ avec les droites de régression suivantes : $y = 1,95x - 0,73$ et $y = 17x - 8,81$.

Les données calculées consignées dans le document peuvent faire l'objet de critiques du fait que les erreurs peuvent s'y glisser.

B) Interprétation des données hydrométriques

1) L'écoulement

Le tableau des débits moyens mensuels de 1975 à 1990, fait ressortir deux temps essentiels :

- de janvier à avril et de novembre à décembre, nous observons des modules nuls ou presque nuls ;

- de juin à septembre, les modules mensuels sont progressifs. Cependant nous constatons qu'une période de transition se situe en mai (fin de la saison sèche, début de la saison des pluies) et octobre (fin de la saison des pluies, début de la saison sèche).

De cette observation, une analyse s'impose :

De janvier à avril et novembre à décembre le cours d'eau a un débit nul, mais les premières pluies du mois de mai, déclenchent un écoulement à la mesure de la quantité d'eau tombée, mais seulement cette eau très vite se dissipe.

En octobre, certaines régions enregistrent de la pluie, prolongeant ainsi le temps d'écoulement, qui peut résulter de la collecte des eaux en provenance des différents affluents. Les quatre mois (juin à septembre) considérés comme pluvieux, vont générer une croissance progressive de l'écoulement amorcé déjà en mai jusqu'à atteindre le maximum en septembre avant de décroître progressivement en octobre pour atteindre un niveau critique en novembre, décembre.

Nous pouvons dire que le Nazinon a un écoulement progressif de mai à septembre et une décroissance rapide à partir du mois d'octobre.

Il convient aussi de souligner que dans le déclenchement de l'écoulement du cours d'eau, le facteur anthropique entre en jeu, surtout au début et à la fin de la saison des pluies (barrages et retenues d'eau retardent l'écoulement parce que ne versent leurs eaux dans le réseau hydrographique qu'après leurs saturations).

2) Analyse fréquentielle des modules

a) Les modules mensuels

Le bassin versant du Nazinon à Nobéré est situé dans le climat soudanien septentrional. c'est un bassin alimenté par les eaux de pluies, d'où son caractère saisonnier.

Ce caractère apparaît dans les résultats des données hydrométriques consignées dans le tableau des débits mensuels. En observant les tableaux statistiques, nous constatons une durée de 6 mois (novembre à avril), où le fleuve est à sec, le module est nul ou presque nul.

Cette situation logique est due au fait que le cours d'eau tributaire des précipitations, n'est pas alimenté pendant cette période, la situation pouvant se prolonger jusqu'en mai. Entre les mois de juin et septembre, correspondant aux mois pluvieux, nous avons une progression croissante des modules.

Les pluies stimulant l'écoulement tombent entre juin et juillet, et déclenchent un écoulement faible. Cette mince lame d'eau en écoulement ne reflète pas le volume d'eau tombée sur le bassin, parce que à cette période les eaux de pluies sont retenues dans les barrages et retenues, nombreux dans le bassin versant.

Cependant les mois d'août et septembre enregistrent des écoulements très appréciables avec des modules journaliers très élevés.

(147 m³/S le 7 septembre 1976 ; 116 m³/S le 2 septembre 1975 ; 94,6 m³/S le 19 août 1977).

C'est une période où les barrages et retenues d'eau ont atteint leurs côtes maximales et par conséquent déversent leurs trop pleins, qui alimentent le cours d'eau principal.

Ce temps d'abondance en eau du bassin est si court que très vite, le bassin va amorcer une phase d'assèchement liée au manque d'eau de pluie, mais aussi au retour de l'harmattan.

b) Les variations annuelles des modules à l'exutoire de Nobéré

En observant le tableau statistique des débits de 1975 à 1990, soit 16 ans d'observations, nous constatons une variation des débits entre 2,02 m³/S à 10,19 m³/S.

Le module interannuel est de 5 m³/S, le débit spécifique de 65.10⁻² l/S/Km² et le coefficient de variation interannuel est de 0,03. Cette faible variation affecte les autres paramètres hydrométriques : lame d'eau écoulee, volume d'eau écoulé, le déficit découlement... La pluviométrie moyenne annuelle de 691,4 mm entraîne un ruissellement de 20,5 mm. Le déficit d'écoulement est de 671 mm et le coefficient de ruissellement de 2,9%

$$Cr = \frac{Le}{Pa}$$

avec **Le** = Lamme d'eau moyenne écoulée
Pa = précipitation moyenne annuelle
Gr = coefficient de ruissellement.

Ce déficit, nous l'attribuons à la topographie du bassin très plane entraînant un écoulement lent et diffus. Cet écoulement expose la lame d'eau à une évaporation forte dû à l'ensoleillement intense, et aussi à une infiltration plus ou moins grande en fonction des différents types de sols traversés par le cours d'eau.

Tableau XI: Modules annuels instantanés classés de Nobéré
(1975 - 1990)

Années	Q(m ³ /S)	Rang	Fréquence
1977	(10,19)	1	0,0312
1986	7,86	2	0,0937
1988	7,44	3	0,156
1979	6,96	4	0,218
1985	6,26	5	0,281
1975	5,56	6	0,343
1989	(5,43)	7	0,406
1981	5,21	8	0,468
1980	4,97	9	0,531
1984	3,73	10	0,593
1987	3,44	11	0,656
1990	2,96	12	0,718
1978	(2,81)	13	0,781
1983	2,75	14	0,843
1982	2,55	15	0,906
1976	2,02	16	0,968

Tableau XII

Modules annuels instantanés classés de Dakaye (1975 - 1989)

Années	Q(m ³ /S)	Rang	Fréquence
1977	5,48	1	0,0333
1989	4,91	2	0,10
1975	3,57	3	0,1666
1979	3,31	4	0,233
1985	3,22	5	0,30
1989	2,64	6	0,3666
1981	2,61	7	0,4333
1986	2,58	8	0,50
1980	2,57	9	0,5666
1982	2,46	10	0,6333
1978	2,15	11	0,70
1984	1,70	12	0,7666
1976	1,61	13	0,8333
1983	1,37	14	0,90
1987	1,17	15	0,9666

Station de Nobéré

La moyenne : $\bar{Q} = \frac{\sum Q_i}{N}$ $Q = 5 \text{ m}^3/\text{s}$

La variance : $S^2 = \frac{1}{N} (\sum Q_i^2 - N\bar{Q}^2)$

$$S^2 = 5,42$$

L'écart-type : $\sigma = \sqrt{S^2}$

$$\sigma = 2,32$$

Le coefficient de variation interannuel

$$Cv = \frac{S}{\bar{Q}} \quad Cv = 0,0289$$

$$Cv = 0,03$$

Station de Dakaye

La moyenne : $\bar{Q} = 2,75 \text{ m}^3/\text{s}$

La variance : $S^2 = 1,91$

L'écart-type : $\sigma = 1,38$

Le coefficient de variation interannuel

$$Cv = \frac{S}{\bar{Q}} \quad Cv = 0,50$$

- Classement et ajustement graphique

Dans le tableau, les modules annuels sont classés par ordre décroissant. Les fréquences expérimentales sont calculées par la relation :

$$F = \frac{R - 1/2}{N}$$

F est la fréquence expérimentale, **R** le rang de classement et **N** nombre d'années, **1/2** une constante.

Le coefficient de variabilité est inférieur ou égal à 0,5. Cette condition nous permet d'utiliser la fonction de répartition appliquée aux modules annuels et mensuels. Cette loi de GALTON ou la loi normale s'écrit :

$$F(x) = \frac{1}{\sqrt{2\pi}} \int_{-\infty}^u e^{-1/2 U^2} du$$

où $u = \frac{x - \bar{x}}{S}$

(u est la valeur réduite)
De la relation $u = \frac{x - \bar{x}}{S}$, nous pouvons tirer la valeur de

x :

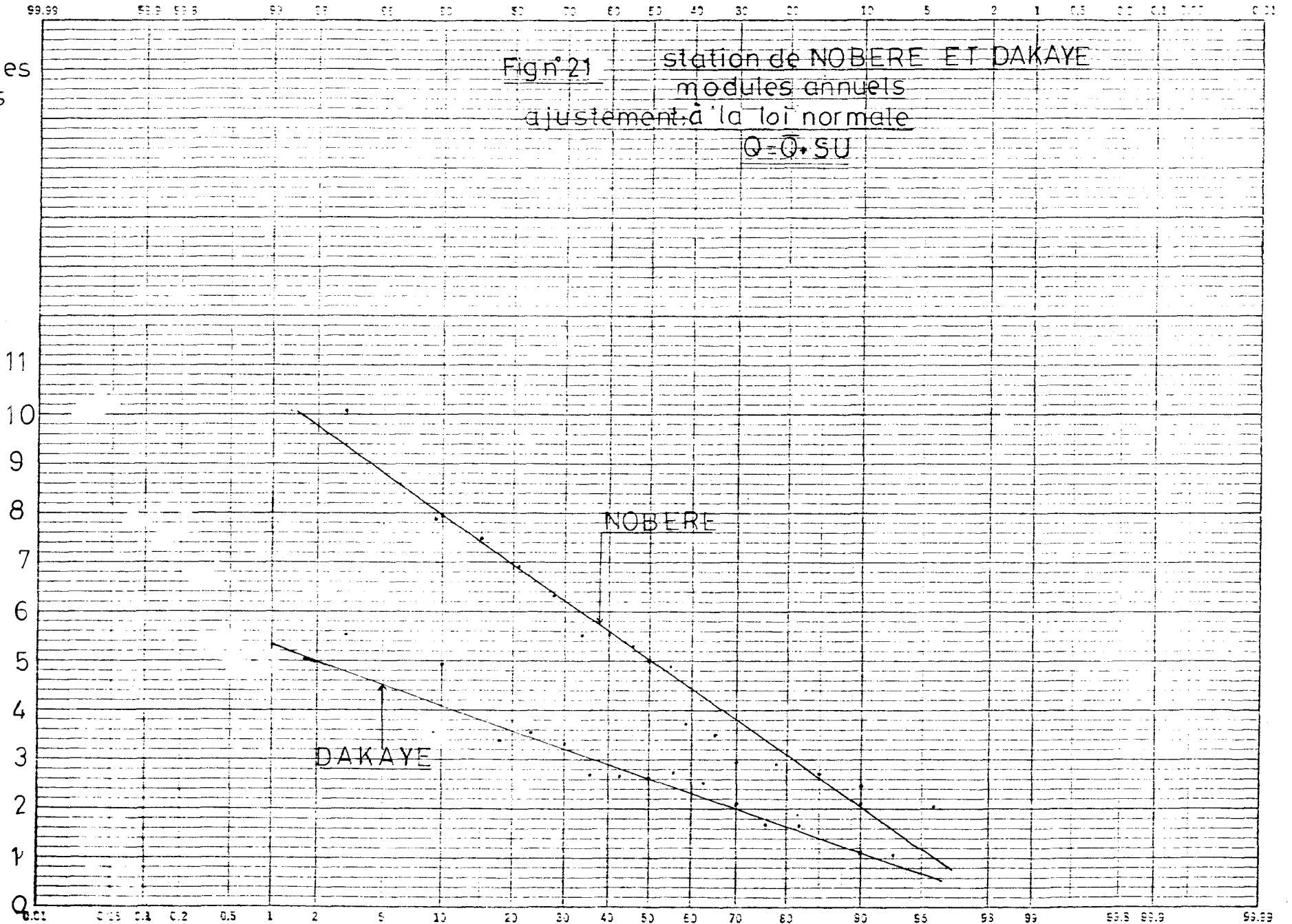
$$u = \frac{x - \bar{x}}{S} \Rightarrow uS = x - \bar{x}$$

$$x = \bar{x} + Su$$

$x = \bar{x} + Su$ est appelée la droite de HENRI ; on peut tracer la droite en utilisant les valeurs suivantes :

F = 0,10	u = 1,28	Q = 7,96 m³/S
F = 0,90	u = -1,28	Q = 2,03 m³/S
F = 0,50	u = 0	Q = 5 m³/S
F = 0,10	u = 1,28	Q = 4,51 m³/S
F = 0,90	u = -1,28	Q = 0,983 m³/S
F = 0,50	u = 0	Q = 2,75 m³/S

modules
m³/s



De l'équation de la droite de HENRI, nous remplaçons x par Q , ce qui nous donne la relation suivante :

$$Q = \bar{Q} + Su$$

La valeur de u est donnée par le tableau de l'intégral de GAUSS.

Les valeurs de quelques fréquences rares

Elles sont obtenues par la relation de GAUSS.

$$Q = \bar{Q} + Su$$

Cette relation nous permet d'obtenir les tableaux suivants :

La station de Nobere

En appliquant le module moyen interannuel et l'écart-type (S), la relation de GAUSS peut s'écrire :

$$Q = S + 2.32U$$

Tableau XIII Les débits estimés de la station de NOBERE

Temps en années (T)	F (Q)	Valeur estimée de u	Valeur estimée de la période humide m^3/S	F (Q)	Valeur estimée de u	Valeur estimée de la période sèche m^3/S
5	0,20	0,84	6,94	0,80	-0,84	305
10	0,10	1,28	7,96	0,90	-1,28	2,03
15	0,06	1,55	8,59	0,94	-1,55	1,04
20	0,05	1,64	8,80	0,94	-1,64	1,19

La station de Dakaye

Les valeurs des fréquences rares de cette station peuvent s'obtenir avec la même relation de GAUSS mais rapportée aux valeurs numériques ; elle peut s'écrire :

$$Q = 2,75 + 1,38 u$$

Tableau XIV Les débits estimés de la station de Dakaye

Temps en années (T)	F (Q)	Valeur estimée de u	Valeur estimée de la période humide m ³ /S	F (Q)	Valeur estimée de u	Valeur estimée de la période sèche m ³ /S
5	0,20	0,84	3,90	0,80	-0,84	1,59
10	0,10	1,28	4,51	0,90	-1,28	0,983
15	0,06	1,55	4,88	0,94	-1,55	0,611
20	0,05	1,64	5,01	0,95	-1,64	0,486

T est le temps de récurrence

F(Q) = fréquence au dépassement

F1(Q) = fréquence au non dépassement

L'intérêt de ces deux tableaux est de montrer à partir de la relation de GAUSS, les débits estimés de la période humide et de la période sèche en fonction du temps récurrentiel.

De ces deux tableaux, il ressort que chaque cinq années, pendant la période humide nous pouvons enregistrer dans la station de Nobéré un débit moyen d'environ 7 m³/S, et dans la station de Dakaye 4 m³/S, tandis qu'en saison sèche, le débit moyen à Nobéré tourne autour 1 m³/S et à Dakaye autour de 0,5 m³/S.

Nous pouvons dire que les résultats acceptables à Nobéré sont dûs au fait qu'elle soit située à l'exutoire du bassin versant et comme telle, reçoit en dernière position, le drainage des eaux des

différents affluents. De ce deux tableaux nous pouvons calculer le coefficient d'irrégularité interannuel (K_3) des deux stations :

$$K_3 = \frac{\text{Décennale humide}}{\text{Décennale sèche}}$$

Ainsi pour Nobéré $K_3 = 3,92$ et pour Dakaye $K_3 = 4,58$.

3) Bilan hydrologique à l'exutoire

Après une analyse mensuelle et annuelle des événements hydrologiques, il serait intéressant d'établir le bilan du bassin versant à l'exutoire.

Caractéristiques empiriques d'écoulement

La moyenne arithmétique : $\overline{L_e} = 20,5 \text{ mm}$

La variance : $S^2 = 94,1$

L'écart-type : $\sigma = 9,7$

Le coefficient de variabilité interannuel :

$$C_v = 0,03$$

Tableau XV

3) Bilan hydrologique à l'exutoire

Année		Débits (m ³ /S)	Volume d'eau écoulée par an (m ³)	Lame d'eau écoulée (mm)	Déficit D = Pa - Le (mm)
1975	698,56	5,56	175,340160	22,8	675,76
1976	702,15	2,02	63,70 2720	8,3	693,85
1977	783,34	(10,19)	321,351840	(41,9)	(751,44)
1978	735,62	(2,81)	88,6 161 60	(11,5)	(724,12)
1979	756,39	6,96	219,490560	28,6	727,79
1980	709,02	4,97	219,490560	20,4	688,62
1981	677,82	5,21	156,733920	21,4	656,42
1982	686,30	2,55	164,302560	10,4	675,9
1983	653,13	2,75	80,416800	11,3	641,83
1984	553,15	3,73	86,7 24000	15,3	537,85
1985	625,95	6,26	117,629280	25,7	600,25
1986	732,59	7,86	197,415360	32,3	700,29
1987	675,32	3,44	247,872960	14,6	660,72
1988	768,23	7,44	108,483840	30,6	737,63
1989	747,46	(5,43)	234,627840	(22,3)	(725,16)
1990	548,73	2,96	171,240480	12,1	536,63
Moyenne	691,48	5,00	93,346560	20,5	670,98

$$V_e = Q_{\text{moyen}} \times 24\text{h} \times 365 \text{ j} \times 3600 \text{ s.}$$

Le tableau nous permet de dire que le bassin dispose d'une lame d'eau interannuelle de 20,5 mm en moyenne. cependant il faut remarquer que certaines années (**1976, 1978, 1982, 1983, 1984, 1987 et 1990**) ont une lame d'eau nettement inférieure à la moyenne interannuelle, par contre les années (**1977, 1979, 1985, 1986, 1988**) ont un écoulement supérieur à la moyenne

lame d'
eau (mm)

Fig n° 22

COURBE D'EVOLUTION INTERANNUELLE DE LA LAME D'EAU
ECOULEE A L'EXUTOIRE DE NOBERE 1975-1990

40

20

0

1975

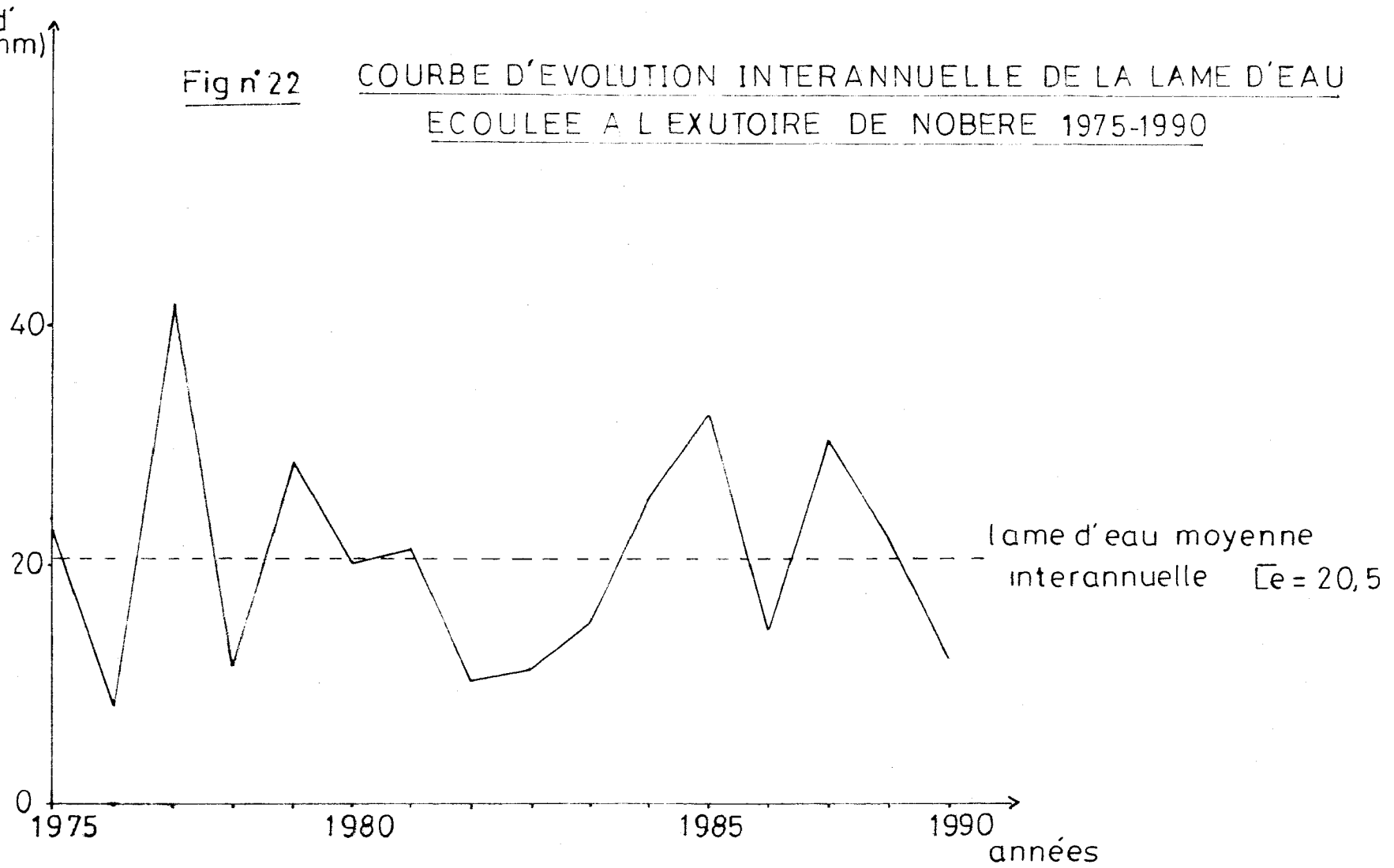
1980

1985

1990

lame d'eau moyenne
interannuelle $\bar{e} = 20,5$

années



Interannuelle. A partir de ces deux observations, nous pouvons affirmer que l'influence des précipitations sur les potentialités du cours d'eau est réelle, ce qui sous entend qu'une situation pluviométrique défavorable dans la région, laissera planer sur la population résidante dans le bassin, un spectre de sécheresse avec pour corollaire la pénurie d'eau, la famine, les maladies... Cette influence notable des précipitations sur le contenu du bassin versant nous amène à croire que le développement de ce peuple (population occupant le bassin versant du Nazinon) dépend d'un élément aléatoire, la pluie. mais une transposition de cette dépendance sur son existence, son devenir, peut-il se vérifier ?

**Tableau XVI AJUSTEMENT DES MODULES ANNUELS DE DAKAYE ET
MOBERE A LA LOI DE GAUSS**

Station	débits moyens (m ³ /s)	variance (S ²)	écart- type (S)	Coeffi- cient de variation (Cv)	Fréquences rares des périodes humides			Fréquences rares des périodes sèches		
					1/5	1/10	1/15	1/5	1/10	1/15
DAKAYE	2,75	1,91	1,38	0,50	3,90	4,51	4,88	1,59	0,983	0,611
NOBERE	5,00	5,42	2,32	0,03	6,94	7,96	8,59	3,05	2,03	1,04

DAKAYE : nous avons 15 années d'observations.

1/5 ; 1/10 ; 1/15 sont les fréquences de retour, c'est-à-dire une fois tous les 5 ans, 10 ans, 15 ans.

4) Les crues

a) Caractéristiques des crues

Les crues sont des hautes eaux exceptionnelles. Elles n'apparaissent, sous climat tel que celui qui sévit dans notre zone d'étude, qu'après une forte pluie. L'étude des crues est intéressante, mais elle ne fait pas l'objet de notre étude, néanmoins, dans le cadre d'une étude hydrologique, il faut chercher à comprendre cet événement hydrologique. c'est dans cette optique que nous avons voulu déterminer leurs fréquences aux dépassements. (Débits maximaux instantanés).

Caractéristiques empiriques de l'échantillon

Moyenne interannuelle : $\bar{Q} = 59,11 \text{ m}^3/\text{s}$

Variance : $S^2 = 1235$

Ecart-type : $\sigma = 35,14$

Coefficient de variation interannuelle :

$$C_v = 0,59$$

Tableau XVII : Modules maximaux instantanés annuels classés
(1975 à 1990) de Nobéré

Années	Q(m ³ /S)	Rang	Fréquence au dépassement
1986	147,0	1	0,031
1975	116,0	2	0,063
1977	94,6	3	0,156
1988	82,1	4	0,218
1985	79,0	5	0,281
1989	68,5	6	0,343
1981	49,7	7	0,406
1980	47,6	8	0,468
1979	40,7	9	0,531
1984	39,3	10	0,593
1987	39,1	11	0,656
1990	38,2	12	0,718
1982	35,8	13	0,781
1978	28,9	14	0,843
1983	26,6	15	0,906
1976	10,8	16	0,968

$$R = 1/2$$

$$* F = \frac{R}{N}$$

où **F** est la fréquence au dépassement de rang **R**.
N est le nombre d'années d'observation (16).

L'étude des fréquences rares des débits maximaux est soumise à une analyse statistique, suivant la loi de réparation de GUMBEL, la densité de probabilité est :

$$F(Q) = e^{-e^{-\alpha(Q-Q_0)}}$$

- Estimation et ajustement graphique des paramètres α et Q_0

α et Q_0 sont obtenus à partir des relations suivantes :

$$\frac{1}{\alpha} = 0,7805 \quad \text{et} \quad Q_0 = \bar{Q} - (0,577/\alpha)$$

$$\frac{1}{\alpha} = 0,780 \times 35,14 \Rightarrow \frac{1}{\alpha} = 27,4$$

$$Q_0 = 59,11 - (0,577 \times 27,4) \quad \underline{Q_0 = 43,31}$$

Ainsi l'équation de la droite relative à l'ajustement est :

$$\underline{Q = Q_0 + \frac{1}{\alpha} \cdot U}$$

(0,780 et 0,577 sont des coefficients)

Dans la fonction de GUMBEL

$$F(Q) = e^{-e^{-\alpha(Q-Q_0)}}$$

$$\text{posons} \quad d(Q - Q_0) = U$$

$$\text{d ou} \quad F(Q) = e^{-e^{-U}}$$

- Détermination de la valeur de u

Multiplions les 2 termes de l'égalité par Log

$$\text{Log } F(Q) = \text{Log } e^{-e^{-U}} \Rightarrow \text{Log } F(Q) = -e^{-U} \text{Log } e$$

$$\text{Log } F(Q) = -e^{-U} \quad (\text{Log } e = 1)$$

multiplions les 2 termes de l'égalité par -1

$$-\text{Log } F(Q) = e^{-U} \Rightarrow \text{Log } \frac{1}{F(Q)} = e^{-U}$$

multiplions les 2 termes encore de l'égalité par **Log**

$$\text{Log}(\text{Log } \frac{1}{F(Q)}) = \text{Log } e^{-U}$$

$$\text{Log}(\text{Log } \frac{1}{F(Q)}) = -U \text{Log } e$$

$$\text{Log}(\text{Log } \frac{1}{F(Q)}) = -U \Rightarrow \boxed{u = -\text{Log}(\text{Log } \frac{1}{F(Q)})}$$

Tableau XVIII: Les débits maximaux des fréquences rares

Temps (années)	Fréquence $I(Q)$	Variation de GUMBEL u	Débit estimés en m^3/S
5	0,80	1,49	84,13
10	0,90	2,25	104,96
20	0,95	2,97	124,68
50	0,98	3,90	150,17
100	0,99	4,60	169,35

b. origine des crues

Les crues sont une élévation exceptionnelle du niveau de l'eau due aux eaux des pluies. A la station de Nobéré, l'exutoire du bassin, l'observation d'une crue est l'objet (par moment) d'une conjugaison des apports d'eau de pluies en amont de Nobéré par écoulement.

Le débit maximal pendant la période d'observation est de 147 m^3/S le 7 juillet 1986.

Pour extrapoler sur le temps de retour des crues (fréquences rares), la loi de GUMBEL appliquée aux débits maximaux nous a permis d'effectuer des opérations dont les résultats sont consignés dans le tableau n° XV.

Au regard du bilan hydrologique effectué, on serait tenté de se poser certaines questions relatives à la capacité d'aménagement du bassin versant. Pour lever l'équivoque par rapport à toutes les différentes questions et interrogations, après consultation du bilan hydrologique, il convient ici de mener une étude sur les besoins en eau de la population et les ressources disponibles au niveau des eaux de surfaces et des eaux souterraines.

Cette étude qui fait l'objet du chapitre VI, constitue un élément d'approche nécessaire à la détermination des potentialités hydrologiques et hydrogéologiques du bassin et à l'évaluation des besoins en eau de la population résidente.

CHAPITRE VI : RESSOURCES ET BESOINS EN EAU

A) Les ressources en eau

1) Les eaux de surface

Les potentialités en eau du bassin versant de Nazinon à Nobéré sont étroitement liées au facteur pluie, un paramètre aléatoire.

Pour pallier le déficit en eau observé en saison sèche, dans le bassin versant, de nombreux barrages et retenues d'eau ont été réalisés. L'ensemble de ces réalisations a permis de stocker un volume d'eau total annuel de 10263.10^3 m^3 dont l'utilisation est généralement orientée vers le secteur agro-pastoral. Les différents ouvrages hydrauliques ainsi réalisés, ont permis de disposer de 343 ha de surfaces aménageables dont seulement 156 ha soit 45,48% sont cultivées. Les surfaces disponibles permettront aux habitants résidants dans la région de développer des activités agro-pastorales mais jusqu'à quand ?

Cette interrogation n'est que le résultat d'un constat de déséquilibre observé entre une population à croissance rapide (taux de croissance moyenne de 2,6 %) et un milieu naturel en régression. Cependant, pour satisfaire les besoins sans cesse grandissants de cette population, il serait intéressant de chercher à connaître les potentialités en eau souterraine du bassin.

L'évaluation de ces potentialités si elles s'avèrent concluantes peut ou peuvent être exploitées pour renforcer les eaux de surfaces, dans l'alimentation en eau de la population et des animaux (voir tableau).

TABLEAU XIX

RESSOURCE EN EAU DE SURFACE

Province	Département	Village	Volume 10 ³ m ³	Execution (date)	Coordonnee		Amenagement (ha)		
					Longitude	Latitude	Amenageables	Cultivées	%
Bulkiemdé	Kindi	Kindi	5	1985	2°01'W	12°26'N	-	-	-
	Kindi	Gouim	5	1984	2°09'W	12°25'N	-	-	-
	Koudougou	Sarya	6	1985	2°10'W	12°15'N	-	-	-
	Kokologho	Doure	80	1965	1°53'W	12°12'N	-	18	-
	Kokologho	Kokologho	200	1947	1°52'W	12°11'N	30	15	-
	Sakoinsé	Goulouré	120	1948	1°57'W	12°12'N	-	15	-
	Kadkologo	Zoulougou	120	1948	1°58'W	12°11'N	15	13	-
	Poa	Poa	400	1980	2°00'W	12°12'N	-	-	-
	Poa	(Yaogen) Gogo	40 45	1936 1945	2°05'W 2°12'W	12°14'N 12°08'N	15 15	- -	- -
Bazèga	Doulougou	Doulougou	300	1959	1°27'W	11°59'N	50	10	-
	Sapone	Boulbi	2350	1959	1°31'W	12°13'N 12°0	87	75	-
	Sapone	Kalzi	120	1985	1°38'W	6'N	5	5	-
	Sapone	Pissi	10	1942	1°29'W	12°05'N	5	-	-
	Toécé	Timboué	5350	1961	1°20'W	11°44'N	83	-	-
	Toécé	Boussourma	320	1985	1°14'W	11°45'N	-	-	-
	Toécé	Toécé	100	1976	1°16'W	11°50'N	8	5	-
Tanghin D.	Gueswende	100	1987	1°40'W	12°11'N	-	-	-	
Zoudwéogo	Nobère	Nobère	60	1987	1°12'W	11°30'N	-	-	-
		Nobili	502	1984	1°15'W	11°44'N	30	-	-
		Voko	10	1955	1°15'W	11°37'N	-	-	-

Source : ONBAH.

2) Les ressources en eaux souterraines

Le bassin versant du Nazinon à Nobéré est localisé sur un socle précambrien avec des aquifères discontinus.

Cependant, il dispose d'une potentialité appréciable.

En observant le tableau des ressources en eau souterraine, nous remarquons des indices qui attestent la fiabilité des ressources. Le bassin hydrogéologique dispose des réserves en eau qui varient selon la nature des unités hydrogéologiques de 0 à 90 mm.

Le niveau statique qui varie de 8 à 14 m dépend de la période où les mesures ont été effectuées et non des unités hydrogéologiques.

La quantité d'eau stockée, nous permet de comprendre le taux de réussite des forages effectués qui est supérieur à 70%.

Cependant il convient de signaler que les forages sont exploitables intensément dans la proportion de 99%, ce qui est satisfaisant.

Par contre une exploitation extensive n'est pas souhaitable dans les régions à recharge annuelle de 5 à 15 mm d'eau.

Ces eaux souterraines dans les formations cristallines se localisent dans les fissures et les arènes granitiques.

La recharge est directe c'est-à-dire que l'alimentation en eau des nappes souterraines s'effectue par infiltration directe et percolation. La décharge ou perte en eau des nappes souterraines s'effectue par évapotranspiration et (ou) écoulement latéral.

Le niveau des eaux souterraines évolue en fonction de la topographie, de la nature du sol et de la lithologie.

Tableau XX :**RESSOURCES EN EAU SOUTERRAINE**

Unité hydrogéologique	Pronfondeur moyenne des forages (m)	Pourcentage de réussite (%)	Debit moyen des forages positifs (m ³ /s)	Niveau statistique (m)	Reserve totale (mm)	Recharge (mm/an)	Potentialite exploitation extensive	Potentialite exploitation intensive
B.A	49	77	6,5	8	400 à 900	15 à 30	bonne	très bonne
G.A	54	75	5,2	12	400 à 900	5 à 15	médiocre	bonne
G.F	50	73	3,9	12	200 à 400	superieur à 50	bonne	bonne
S.V	48	78	3,7	14	0 à 100	5 à 15	bonne	mauvaise

Source : Direction des Etude et de la Planification (DEP) : Projet Bilan d'eau.

B) Les besoins en eau

1. consommation en eau de la population

En considérant qu'un homme doit consommer 20 l/j et en appliquant la formule des besoins en eau de la population :

$$B_{II} = C \times N \times 365$$

C est la consommation en eau d'une personne

N est la population totale

B_{II} représente les besoins annuels de la population.

Nous avons trouvé que les 3565 habitants du chef lieu du département doivent consommer par an 26024,5 m³ d'eau. cependant il faut savoir que le chef lieu du département dispose de 7 forages d'un débit moyen 3 m³/heure, soit 3000 l/heure ou encore 7200 l/jour par forage.

En une année, un forage peut générer en moyenne une quantité d'eau totale annuelle de 26280 m³. Les sept forages ensemble, fournissent à la population une quantité d'eau totale annuelle 183.960 m³.

La quantité d'eau totale annuelle par forage, rapportée à la consommation d'eau annuelle des habitants, qui est de 26024,5 m³ nous donne un supplément de 255,5 m³/forage. les sept forages dégagent un excédent total annuel de 157935,5 m³ d'eau.

Pour la consommation d'eau potable de la population du chef lieu du département, chaque habitant doit consommer en moyenne 141,3 l/jour et 51601,6 l/an.

En se basant sur ces calculs, nous voyons que la population a juste ce qu'elle doit consommer et être dans les "normes" de l'O.M.S. (Organisation Mondiale de la santé).

Cependant il convient de signaler que le village dispose des puits traditionnels qui constituent un appoint non négligeable aux eaux des forages. Ce complément d'eau permet au village de se placer au dessus de la norme africaine.

2) Alimentation en eau des animaux

Le département de Nobéré n'a pas une tradition d'élevage. L'élevage pratiquée est du type domestique. Le département périodiquement reçoit la visite de bergers généralement peuls venus du Nord-Est du centre Nord, Centre-Est et du centre du pays.

En nous référant aux données du C.R.P.A. de Nobéré, on dénombre 15.585 têtes de gros bétails (bovins, asins, équins) et 33.000 têtes de petits bétails (ovins, caprins).

Cependant la consommation en eau de ces deux catégories de bétails est très différente en quantité : bovins, asins et équins consomment entre 30 à 50 l/tête/jour, ovins et caprins 15 à 20 l/tête/jour.

Pour une consommation minimale de 30 l/jour pour le gros bétail et de 15 l/jour pour le petit bétail, l'évaluation de la consommation en eau du gros bétail par jour et par tête donne $467,55 \text{ m}^3$ et celle du petit bétail donne 495 m^3 .

L'évaluation totale journalière de toutes les catégories de bétails confondus (gros bétail + petit bétail) donne une quantité d'eau de $962,55 \text{ m}^3$ soit $351.330,75 \text{ m}^3/\text{m}$.

En rapportant le besoin annuel du bétail à la quantité d'eau stockée, évaluée à 572.10^3 m^3 : nous constatons un excédent de $220.669,25 \text{ m}^3$ d'eau. Cette quantité d'eau théorique dépend d'une logique physique, qui prend en compte la superficie des ouvrages.

Ces excédents sont exposés à une évaporation (perte en eau) mais aussi à des infiltrations. Il faut aussi prendre en compte la durée de la transhumance qui est variable.

En dehors des activités agro-pastorales, les eaux de surface sont utilisées pour les besoins secondaires : fabrication des briques pour la construction des maisons.

Tableau récapitulatif du bassin versant de Nazinon

Cours d'eau	Nazinon
Station :	Nobéré
Superficie du bassin versant :	7660 km ²
Période d'observation :	1975 à 1990
Précipitations interannuelles :	691,48 mm
Module interannuel :	5 m ³ /S
Module spécifique :	65.10 ⁻² l/S/km ²
Fréquence rares :	
Décennale humide :	7,96 m ³ /S
Décennale sèche :	2,03 m ³ /S
Coefficient de variabilité Cv :	0,03
Coefficient d'irrégularité K ₃ :	3,92
Crue maximal observé et date :	147 m ³ /S le 7:07:1986.
Coefficient de variabilité Cv :	0,59
Déficit d'écoulement :	670,98 mm
Lame d'eau moyenne écoulée :	20,5 mm.

CONCLUSION GENERALE

Au terme de cette étude, nous retiendrons que :

La station du bassin versant dans un climat nord soudanien, lui impose un caractère saisonnier dû au fait que le bassin est tributaire des eaux de pluies, dont la durée varie entre 4 à 5 ans.

Le caractère aléatoire des pluies et les fortes évaporations enregistrées dans la zone expliquent le bilan hydrologique peu favorable.

La présence dans le bassin versant de nombreux ouvrages anthropiques et celle d'une zone marécageuse à la source du cours d'eau principal (cf carte du réseau hydrographique) peuvent être responsable du décalage existant entre le début de la saison des pluies et le déclenchement de l'écoulement des eaux dans le collecteur principal.

Ces deux paramètres peuvent également expliquer l'arrêt précoce des ruissellements.

Ces données physiques ne permettent pas un écoulement permanents des eaux, d'où le statut d'un cours d'eau temporaire attribué au Nazinon.

Le Nazinon à Nobéré enregistre ces basses eaux entre octobre et mai avec des débits presque nuls et les hautes eaux d'août à septembre.

Le module maximal observé depuis 1973 est de $147 \text{ m}^3/\text{S}$ le 7 juillet 1986.

Le Nazinon est un cours d'eau sollicité pour l'aménagement hydroagricole et pastoral, vu la quantité d'eau stockée (10213.10^3 m^3) dans les ouvrages hydrauliques (barrages et retenues d'eau).

Au regard du rôle joué par le bassin versant dans la résolution de certains problèmes socio-économiques de la région, il faut mentionner que le problème de l'eau existe toujours, pour la simple raison qu'aujourd'hui on observe un déséquilibre entre la quantité d'eau de pluie en baisse depuis 3 décennies (1961 - 1990) et une population en croissance qui implique une augmentation des besoins en eau.

C'est un constat qui nous interpelle tous et nous devons nous poser un certain nombre de questions :

- Quelles seront les potentialités hydrologiques du Nazinon d'ici 20 à 30 ans, si les conditions climatiques ne s'améliorent pas ?

- Au regard de la dégradation continue entre les conditions climatiques et la croissance rapide de la population, quelles alternatives pour la population résidante dans une période à moyen et long terme ?

Devant cette situation, ne serait-il pas souhaitable de limiter la construction des ouvrages hydrauliques, et de décongestionner la région en déplaçant la population jeune sur des périmètres aménagés dans les régions encore moins saturées et aux conditions climatiques peu favorables.

A titre d'exemple : si nous évaluons seulement la population du département de Nobéré à l'an 2015 en utilisant la formule statistique d'exploitation de la population :

$$P_n = P_0 \left(1 + \frac{t}{100}\right)^n$$

P_n est la population à chercher

P_0 la population du dernier recensement (ici 1985)

t est le taux de croissance naturelle (2,6)

n est le nombre d'années choisies (30 ans).

Le résultat nous donnera une population estimée à 49.725 habitants, en l'an 2015, soit une augmentation en valeur absolue de 26.702 habitants et en valeur relative de 46%.

D'ici à l'an 2015, si les estimations se confirment, il va falloir répondre aux besoins en eaux des 49.725 habitants de Nobéré (département) et partant de tous les habitants résidant dans le bassin versant de Nazinon.

BIBLIOGRAPHIE

1. CHEVALIER P. : 1978 : - Cours d'hydrologie ORSTOM-ETSHER, Ouaga, 58 pages.
2. PUEGHC.1984 : - Méthode de références pour la conception et l'analyse des aménagements hydro-agricole au Burkina Faso. Tome I Hydrologie des petits barrages Ouaga C.I.E.H. pages 70.
3. C.I.E.H., B.R.G.M., 1976 : - Notice explicative de la carte de planification des ressources en eau souterraine de l'Afrique soudano-sahélien Ouaga, page 35-41, 3 cartes.
4. D.H.E.R., 1983 : - Aperçu sur l'écoulement des cours d'eau de la Haute Volta en 1982, Ouaga 23 pages.
5. KALOGA B. 1966 : - Etude pédologique du bassin versant des Volta Blanche et Rouge en Haute Volta. Cahier ORSTOM Dakar HANN 61 pages.
6. KALOGA B. 1968 : - Etude pédologique de la Haute Volta, région centre Sud. Dakar HANN, 244 pages + 1 carte.
7. MONNIER Y. 1968 : - Les effets de feux de brousse sur une savane préforestière de la Côte d'Ivoire, Abidjan page 126-195.
8. ROCHEM. 1963 : - Hydrologie de surface éd. Gauthier Villards, Paris, 390 pages
9. Moniod F. ; Pouyaud B. ; Sachek P.1977 : - Monographie hydrologique: Le bassin du fleuve Volta, ORSTOM, Paris, 513 pages + 3 cartes.
10. TIERCELIN J.C. 1972 : - Introduction à l'hydrologie C.I.E.H. CERAFER, Paris, 95 pages.

11. J.C. HENRY 1976 : - Note sur l'Hydrométéorologie et les eaux de surface, UNESCO, Paris, 64 pages.
12. S. VIM KERE 1982 : - Etude du Bilan hydrique et données hydrologique d'un Bassin versant. Hydrographie de la Haute Volta. Bassin de BAMBASSOU à Batié, 51 pages.

Ouvrages spécialisés

13. ALDEGHERI M. 1979 : Manuel d'Hydrométrie Tome IV, mesure des débits à partir des Vitesse ORSTOM - 279 pages.
14. Réménieras G. 1986 : - Hydrologie de l'Ingenieur, ed. Eyrolles 453 pages.
15. IWACO Mars 1990 : - Etude du Bilan d'eau au Burkina Faso : Impact de la dégradation de l'environnement sur l'écoulement superficiel dans les bassin versant de NAKAMBE et NAZINON, 18 pages.
16. ONBAH 1983 : - Barrages de NOBERE, programme populaire de développement n° 000443, 18/NOB R.E. N° 017.
17. J. BALEK, G.P. Jones ; E. Skofteland, 1989 : - Note de cours de formation pour technicien en hydrologie ; UNESCO, Paris ed. GP. Jones, 3 Tomes.

Mémoires et Thèses

18. KEITA M., 1986 : - Caractéristique morfo-structurales et hydrologique des Hauts bassins de la région de N'DOROLA. (Application de deux méthodes a un même Bassin versant). Mémoire de Maîtrise en géographie ESLSH, Ouaga, 108 pages.

19. MIE TTONM., 1980 : - Recherches géomorphologiques au sud de la Haute Volta dynamique actuelle dans la région de Pô - Tiébélé. UER, Grenoble, 235 pages (thèse de 3^e cycle : géographie).
20. TAHO A., 1976 : - Contribution à l'étude géologique et hydrogéologique du bassin de la Volta Blanche. Etude du Haut Bassin versant de la NOUAHO. D.E.A., Université des Sciences et Techniques du Languedoc (Montpellier) page 1 a 48, France.
21. SERE B. S., 1988 : - Etude des potentialités hydrologiques du Bassin versant de Mouhoun à Boromo. Mémoire de Maîtrise : INSHUS, Ouaga, 92 pages.
22. GUENDA W., 1985 : Hydrobiologie d'un cours d'eau temporaire en zone soudanienne : La Volta Rouge (Burkina Faso - le Ghana). Relation avec les traitements chimiques antisimulidiens Université de droit, d'économie et des sciences d'Aix Marseille, Faculté des Sciences et Techniques de St JEROME Thèse 3^e cycle, 193 pages.

ANNEXE : 1Espace végétales rencontrées dans la zone d'étude

Dénomination scientifique	Famille
<i>Aristidia Kerstingii</i>	Aristideae
<i>Aristidia Kordeacea</i> Kunth	-
<i>Aristidia adscensionis</i> Linn	-
<i>Andropogon schirensis</i>	-
<i>Andropogon gayanus</i> variété <i>squamulatus</i>	Andropogoneae
<i>Aneilemia lancealaka</i>	Commelinaceae
<i>Andropogon pseudopricus</i> stapf	Andropogoncae
<i>Andropogon gayanus</i> variété <i>bisquamulatus</i>	Andropogoneae
<i>Asparagus africanus</i>	Liliacee
<i>Aneilemia lanceolatum</i>	-
<i>Allophyllus africanus</i>	Spindaceae
<i>Asparagus flagellaris</i>	Liliaceae
<i>Afzelia africana</i>	Cacralpinacee
<i>Albizia chevalieri</i> harmis	Mimosaceae
<i>Afromorsia laxiflora</i>	Papilionaceae
<i>Acacia sceberiana</i>	Mimogaceore
<i>Acacia seyal</i>	Mimosaceae
<i>Acacia polycantha</i>	Mimosaceae
<i>Anogeissus leiocarpus</i>	Combretaceae
<i>Acacia gourmaensis</i>	Mimosaceae
<i>Acacia nilotica</i> variété <i>adansonia</i>	Mimosaceae
<i>Acacia dudgeoni</i>	Mimosaceae
<i>Beckeropsis Uniseta</i>	Panicaceae
<i>Brachiaria distichophylla</i>	Papilionacee
<i>Brachystelma bingeri</i>	Arclepiadacee
<i>Bulbostylis filamentosa</i>	Cyperaceae
<i>Brachiaria Jubata</i>	Papilionacee
<i>Brachiaria lata</i>	Papilionacée
<i>Borreria filifolia</i>	Rubiacee
<i>Borreria stachydea</i>	Rubiacee
<i>Burkia africana</i>	Cesaepiniacée
<i>Balanites aegyptiaca</i>	Lygophyllacee
<i>Bridelia scleroneura</i>	Euphorbiacée
<i>Bridelia ferruginea</i>	Euphorbiacée
BRIDELIA MICANTHA	Euphorbiacee
<i>Cyperus kaspau</i>	Cyperacee
<i>Crotalaria macrocalyse</i>	Papilionaceae
<i>Cassia mimosoides</i>	Cesalpiniacée
<i>Cassia nigricans</i>	Cesalpiniacee
<i>Chloris pilosa</i> schumach	-
<i>Cissus jatrophioides</i>	Ampéledacee

Denomination scientifique	Famille
Chasmopodium candatum	-
Comméline sp	Commélinacée
Cyanotis sp	Commélinacée
Ciscolepis protea	
Cyperus conglomeratus	Cyperaceae
Cyperus sp	Cyperaceae
Cyperus iria	Cyperaceae
Ctenium newtonii hack	Cyperaceae
Cymbogonon giganteus Variété inermis	-
Cymbogonon subsphus	-
Cymbopogon gyganteus	-
Cissus araloides	Andropogoneae
Canthium cornelia	Ampelidaceae
Cleome vis cosa	Rubiaceae
Combretum crotonoides	Caffaridaceae
Combretum mollis	Combretaceae
Combretum paniculatum	Combretaceae
Cassia sceberiana	Combretaceae
Combretum binderanum	Cacralpinaceae
Combretum ghasaleuse	Combretaceae
Combretum lamprocarpum	Combretaceae
Cadaba farinosa	Combretaceae
Combrétum paniculatum	Carparidaceae
Combretum molle	Combrétaceae
Combretum micranthum	Combrétaceae
Cajanus kerstingii	Combretaceae
Cola laurifolia	Papilionaceae
Costus spectabilis	Sterculiaceae
Cissus doeringii	Zingibéraceae
Capparis corymbosa	Ampelidaceae
Crateva religiosa	Caffaridaceae
Cochlospermum planchonii	Caffaridaceae
Digitaria lecardii stapf	Cochlospermaceae
Digitaria gayana	-
Dactyloctenium aegyptium	-
Dichrostachys glomeerata	-
Diospyros mespiliformis	Mimosaceae
Eragrostis aegyptiacas	Ebenaceae
Eragrostis ténélla	-

Dénomination scientifique	Famille
<i>Ehlada africana</i>	Mimosacee
<i>Elytrophorus spicatus</i>	-
<i>Elionorus élégans kunth</i>	-
<i>Elensine indica</i>	-
<i>Echinoahloa colona</i>	Cyperacee
<i>Eragrostis ciliaris</i>	-
<i>Eragrostis trémula</i>	-
<i>Elytrophorus spicatus</i>	Gramineae
<i>Fimbristylis dichotama</i>	Cyperacee
<i>Fimbristylis sp</i>	Cyperacee
<i>Fimbristylis sp</i>	-
<i>Ficus platyphylla</i>	Moracee
<i>Feretia apodamthera</i>	Rubiacee
<i>Fadogia agrestis</i>	Rubiacee
<i>Ficus gnaphalocarpa</i>	Moraceae
<i>Flocourtia flavescens</i>	Flacourtiacee
<i>Grewia flavescens guss</i>	Tiliacee
<i>Grewia mollis guss</i>	Tiliacee
<i>Grewia barteri</i>	Tiliacee
<i>Grewia cissoides</i>	Tiliacee
<i>Gardenia sp</i>	-
<i>Guiéra sénégalensis</i>	-
<i>Hiptis tecegera</i>	-
<i>Hoslundia opposita</i>	Labicee
<i>Hyparrhenia smithiana</i>	-
<i>Hyparrhenia rufa</i>	-
<i>Hyparrhenia subplunosa</i>	-
<i>Hyparrhenia involucrata staff</i>	-
<i>Heteropogon contortus</i>	-
<i>Hyparrhénia glabriuscuba</i>	-
<i>Hymenocardia acida</i>	Euphorbiacee
<i>Heiria inriguis</i>	Anacardiacee
<i>Indigoféra bractéo lata</i>	Papilionaceae
<i>Indigofera simplicifolia</i>	Papilionaceae
<i>Ipomea argentaaurata</i>	Comvolvulacee
<i>Indigofera tepricurii</i>	Papilionacee
<i>Isoberlinia Doka</i>	Caesalpiniacee
<i>Irewia spp</i>	-
<i>Iardenia spp</i>	Rubiacee
<i>Kyllinga welwitschii</i>	cypiracee
<i>Khaya senegalensis</i>	Méliacee

Dénomination scientifique	Famille
Lipocarpka albiceps	-
Loudetia annua	-
Loudetia simplex	-
Lépidagathis anobrya	Acanthaceae
Lannea acida	Anacardiaceae
Lantana shodesiensis moldenke	Verbenaceae
Lannea microcarpa	Anacardiaceae
Lonchocarpus laxiflorus	Papilionaceae
Mimosa pigra	Mimosaceae
Maytenus senegalensis	Rubiaceae
Maerua angolensis	Caffaridaceae
Moghania faginea	Papilionaceae
Morelia senegalensis	Rubiaceae
Nelsonia Canescens	-
Nanlea latifolia	Rubiaceae
Ostryodemis stuhlmannii	Papilionaceae
Oryza longistaminata	-
Opilia Celtidifolia	Opiliaceae
Ocimum spp	Labiatae
Phragmites carca	-
Panicum anabaptistum	-
Panicum pansum	-
Panicum subalbidum	-
Pycreus macrostrachys	Cyperaceae
Pandiaka heudelotii	Amaranthaceae
Polycarpaea linearifolia	Caryophyllaceae
Pancratum trianthum	Amaryllidaceae
Prosopis africana	Mimosaceae
Ptéleopsis suberosa	Combretaceae
Panllinia pinnata	Sapindaceae
Ptérocarpus erinocus	Papilionaceae
Psorospermum febrifugum Speach variété febrifum	Hypernaceae
Pseudoedraia kotschyi	Meliaceae
Polycarpaea ériantha	Caffaridaceae
Piliostigma thonningii	-
Sesbania sesban	-
Schizachyrium chweinfurthii	-
Sporobolus festivus	-
Scirpus jacobii	Cyperaceae

Dénomination scientifique	Famille
<i>Scleria bulbifera</i>	Cyperacee
<i>Sclerocarya birrea</i>	Anacardiacee
<i>Sporobolus pyramialis beauv</i>	-
<i>Syphrstrabis bipennatum</i>	-
<i>Schizachynium inceolatum</i>	Andropogonee
<i>Setaria pallide fusca</i>	
<i>Striga spp</i>	Scrophulariacee
<i>Styloketou hyptogacus</i>	Aracée
<i>Stereospermum kunthianum</i>	Bignoniacee
<i>Sterculia setigera</i>	Sterculiacee
<i>Securinea virosa</i>	Euphorbiacee
<i>Spium grahamii</i>	Euphorbiacee
<i>Strychnos spinosa</i>	Laganiacee
<i>Strychnos innocua</i>	Laganiacee
<i>Syzygium guineense</i>	Myrtacee
<i>Saba Senegalensis</i>	Poeacee
<i>Sporobolus micropotus stapt</i>	
<i>Typha australis</i>	
<i>Tephrosia bractéolata</i>	Papilionaceae
<i>Tristachya thollonnii</i>	Arundinelleae
<i>Tripogon Hinimus</i>	-
<i>Terminalia avicennoides</i>	Combrétacee
<i>Terminalia laxiflora</i>	Combrétacee
<i>Terminalia macroptera</i>	Combrétacee
<i>Tamarindus indica</i>	Cercariacee
<i>Tinnea barteri</i>	Labiataceae
<i>Vetiveria nigriflora</i>	-
<i>Vitex diversifolia</i>	Verbenacee
<i>Vitex simplicifolia</i>	Verbenacee
<i>Vitex chrysocarpa</i>	Verbenacee
<i>Véronia kotschyana</i>	Comporee
<i>Walteria indica</i>	Sterculiaceae
<i>Wissadula amplissima variété rostata</i>	Malvacee
<i>Zizysphus mucronata</i>	Rhamnacee

0.7
0.8

2.88 = 2.40

ANNEXE II

JAUGEAGE

RIVIERE : NEZINCA

STATION : NOBERE

Date : 04/06/91

Moulinet N° : _____

Hélice No : CJR 224

Support moulinet : _____

Compteur : CJR 224

Hauteur D : 4.52 m

Δh saumon 18cm

1top = _____ tr

F : _____

Equations : $n < 0.56$ $v = 0.2505 n + 0.014$

: $n > 0.56$ $v = 0.2595 n + 0.001$

Heure D : 11^h00 min

F : 18^h05 min

Emplacement de la section : à partir du pont (côté limnigraphie)

Nature de la section : Boue

Opérateurs : OUIBIL + 50^m

Début en rive : R.G.

+ Styck

No vert.	Heure Hauteur Echelle	Distance m	Profondeur - mesurée - corrigée m	Position moulinet mesurée corrigée m	Nbre tops	Temps s	n tr/s	V m/s	Observations
		00 -							
		1.30	3.16/6.14	2.88 2.10 1.50 0.70 0.10	6.14 26 36 27 35				
		2.30	2.77/5.30	2.59 1.96 1.60 1.00 0.60 0.10	11.5 9 16 35 46 50				
		7.30	3.81/7.44	3.63 2.60 1.80 0.85 0.10	55 66 62 61 65	18.9			
		9.30							
		00							
		1.10	3.47/6.58	3.29 2.50 1.80 0.90 0.10	22 27 29 29 33				
		5.10	4.30/8.44	4.12 3.25 2.20 1.00 0.10	32 66 22 77 84				

JAUGEAGE

RIVIERE : _____ STATION : _____ Date : _____
 Moulinet N° : _____ Hélice N° : _____
 Support moulinet : _____ Compteur : _____ Hauteur D : _____
 Ah saumon : _____ 1top = _____ tr F : _____
 Equations : n < _____ V = _____ n + _____
 : n > _____ V = _____ n + _____
 Emplacement de la section : _____
 Nature de la section : _____
 Début en rive : _____

No vert.	Heure Hauteur Echelle	Distance m	Profondeur		Position moulinet		Nbre tops	Temps s	n tr/s	V m/s	Observations
			- mesurée - corrigée m	m	mesurée m	corrigée m					
		9,10	4,78	4,58	16,6	73	30'				
				3,60		86					
				2,50		102					
				1,20		102					
				0,10		101					
		10,50									
		1,50	3,81	3,63	24	27					
				2,75		33					
				1,90		73					
				0,20		86					
				0,10		104					
		4,50	3,23	3,05		25					
				2,40		25					
				1,50		33					
				0,80		68					
				0,10		75					
		7,50	3,65	3,47	31,1	63					
				2,70		68					
				1,80		67					
				0,90		71					
				0,10		82					
		8,70									
		19m20 ≈ 20m.									

ANNEXE III

119
20/06/89BURKINA-FASO
20270305

BASSIN: VOLTA

PAGE: 1

VOLTA ROUGE A DAKAYE

ETALONNAGE NO: 2
valable du 1/ 1/82 au 0/ 0/ 0

Q: m3/s

dm	cm									
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
8	.000	.018	.036	.054	.073	.093	.113	.134	.156	.178
9	.200	.223	.247	.271	.295	.321	.346	.373	.400	.427
10	.455	.485	.516	.549	.582	.616	.651	.687	.723	.761
11	0.80	0.84	0.88	0.92	0.96	1.01	1.05	1.10	1.14	1.19
12	1.24	1.28	1.33	1.37	1.42	1.47	1.51	1.56	1.60	1.65
13	1.70	1.75	1.80	1.85	1.90	1.95	2.00	2.05	2.10	2.15
14	2.20	2.26	2.32	2.37	2.43	2.49	2.55	2.61	2.68	2.74
15	2.80	2.86	2.93	2.99	3.05	3.12	3.18	3.25	3.32	3.38
16	3.45	3.52	3.59	3.65	3.72	3.79	3.86	3.93	4.01	4.08
17	4.15	4.22	4.30	4.37	4.44	4.52	4.59	4.67	4.75	4.82
18	4.90	4.98	5.06	5.14	5.22	5.30	5.38	5.46	5.54	5.62
19	5.70	5.78	5.86	5.94	6.02	6.10	6.18	6.26	6.34	6.42
20	6.50	6.59	6.67	6.76	6.85	6.94	7.03	7.12	7.21	7.31
21	7.40	7.50	7.59	7.69	7.79	7.89	7.99	8.09	8.19	8.30
22	8.40	8.49	8.58	8.68	8.78	8.88	8.98	9.08	9.18	9.29
23	9.4	9.5	9.6	9.7	9.9	10.0	10.1	10.2	10.3	10.5
24	10.6	10.7	10.8	11.0	11.1	11.2	11.4	11.5	11.6	11.8
25	11.9	12.0	12.2	12.3	12.5	12.6	12.8	12.9	13.1	13.2
26	13.4	13.6	13.7	13.9	14.0	14.2	14.3	14.5	14.7	14.8
27	15.0	15.2	15.3	15.5	15.7	15.8	16.0	16.2	16.4	16.5
28	16.7	16.9	17.1	17.3	17.5	17.7	17.9	18.1	18.3	18.5
29	18.7	18.9	19.1	19.3	19.5	19.7	19.9	20.1	20.3	20.5
30	20.7	20.9	21.2	21.4	21.6	21.9	22.1	22.4	22.6	22.9
31	23.1	23.3	23.6	23.8	24.1	24.3	24.6	24.8	25.1	25.3
32	25.6	25.9	26.1	26.4	26.7	27.0	27.2	27.5	27.8	28.1
33	28.4	28.6	28.9	29.2	29.5	29.8	30.1	30.4	30.7	31.0
34	31.3	31.6	31.9	32.3	32.6	32.9	33.2	33.6	33.9	34.3
35	34.6	34.9	35.3	35.6	36.0	36.4	36.7	37.1	37.5	37.8
36	38.2	38.6	39.0	39.3	39.7	40.1	40.5	40.9	41.3	41.7

20/06/89

Cours d'eau : NAZINON

Mois : JUIN

Barème :

Station : DAKAYE

Année : 1989

H en cm

Q en m³/s

120

ANNEXE IV

Jours	4 H		8 H		12 H		16 H		20 H		24 H		Hmj	Qmj	CRUE		
	H	Q	H	Q	H	Q	H	Q	H	Q	H	Q			Heure	H	Q
1																	
2																	
3																	
4																	
5																	
6																	
7																	
8																	
9																	
10																	
11																	
12																	
13																	
14																	
15																	
16																	
17																	
18																	
19	80	0.00	89	0.00	90	0.200	102	0.516	106	0.652	102	0.516		0.313			
20	95	0.324	89	0.178	96	0.113	84	0.073	94	0.073	94	0.073		0.138			
21	83	0.054	83	0.054	82	0.036	83	0.054	94	0.073	86	0.113		0.066			
22	89	0.178	91	0.223	92	0.247	94	0.295	98	0.400	103	0.549		0.317			
23	107	0.687	111	0.84	115	1.01	116	1.05	116	1.05	116	1.05		0.947			
24	116	1.05	114	0.96	111	0.84	108	0.723	106	0.652	103	0.549		0.795			
25	101	0.485	99	0.427	97	0.373	95	0.324	94	0.295	93	0.271		0.262			
26	92	0.247	91	0.223	90	0.200	89	0.178	88	0.157	88	0.157		0.193			
27	87	0.134	86	0.113	85	0.093	85	0.093	84	0.073	84	0.073		0.096			
28	84	0.073	88	0.157	87	0.134	87	0.134	89	0.178	93	0.271		0.157			
29	101	0.485	109	0.781	115	1.01	120	1.24	140	2.20	165	3.79		1.58			
30	179	4.82	188	5.54	196	5.38	196	6.18	207	7.12	252	12.2		6.87			
31																	

Débit moyen mensuel (m³/s)

0.394

Cours deau : NAZINDA Mois : JUILLET

Station : D.A.K.A.Y.E Année : 1989. H en cm. Q en m³/s

121

Jours	4 H		9 H		12 H		16 H		20 H		24 H		Hmj	Qmj	CRUE	
	H	Q	H	Q	H	Q	H	Q	H	Q	H	Q			Heure	H
1	266	14.3	278	16.4	289	18.5	299	20.5	323	26.4	320	25.6		20.22		
2	221	25.9	222	26.4	222	27.5	332	28.9	332	30.4	340	31.3		28.4		
3	240	31.3	239	31.0	236	30.1	225	28.9	225	27.8	227	26.4		29.2		
4	218	25.2	218	23.6	307	22.4	300	20.7	320	19.5	257	18.1		21.5		
5	249	16.5	222	15.3	264	14.0	257	12.9	250	11.9	241	10.7		13.5		
6	231	9.5	222	8.58	212	8.30	231	9.5	239	10.5	240	10.6		9.4		
7	239	10.3	236	10.1	234	9.9	232	9.6	237	9.5	230	9.4		9.8		
8	230	9.4	228	9.18	227	9.08	225	8.88	223	8.68	220	8.40		8.93		
9	220	15.0	306	22.1	304	21.6	303	21.4	307	22.4	313	23.8		21.05		
10	321	25.9	326	27.2	328	27.8	328	27.8	325	27.0	321	25.9		26.9		
11	325	27.0	343	32.3	337	30.4	325	27.8	325	25.6	217	24.8		27.9		
12	310	25.1	325	27.0	330	29.5	340	32.6	352	35.3	360	38.2		31.2		
13	369	41.7	374	42.2	375	42.3	376	42.0	377	42.5	380	42.9		42.3		
14	382	43.1	382	43.1	382	43.1	380	42.9	377	42.5	374	42.2		42.8	44	382
15	320	41.8	264	39.7	359	37.8	355	35.0	345	33.9	342	31.9		26.7		
16	337	30.4	331	28.6	326	27.2	320	25.6	314	24.1	310	23.1		26.5		
17	305	21.9	301	20.9	297	20.1	293	19.3	291	18.9	288	18.3		19.9		
18	286	17.9	284	17.5	282	17.1	281	16.9	280	16.7	278	16.4		17.0		
19	226	16.0	224	15.7	222	15.3	267	14.8	266	14.3	262	13.7		14.9		
20	258	12.1	253	12.3	247	11.6	243	11.0	237	10.2	231	9.5		11.2		
21	225	8.88	219	8.30	213	7.69	206	7.03	200	6.50	193	5.94		7.3		
22	187	5.46	180	4.90	174	4.44	169	4.08	165	3.79	161	3.52		4.3		
23	157	3.25	153	2.99	149	2.74	145	2.49	143	2.37	142	2.32		2.6		
24	143	2.37	140	2.43	146	2.55	141	2.69	140	2.74	150	2.80		2.5		
25	150	2.80	149	2.74	144	2.55	140	2.43	140	2.20	136	2.05		2.4		
26	131	1.75	127	1.56	122	1.33	118	1.14	114	0.96	111	0.84		1.26		
27	100	0.76	106	0.65	103	0.549	102	0.516	109	0.761	110	0.80		0.67		
28	105	0.761	107	0.687	107	0.687	107	0.723	111	0.84	116	1.05		0.791		
29	120	1.24	123	1.37	125	1.47	126	1.51	126	1.51	125	1.47		0.742		
30	122	1.32	122	1.14	114	0.96	111	0.84	110	0.96	121	1.28		1.28		
31	123	1.37	121	1.42	125	1.47	120	1.30	137	2.15	146	2.55		1.77		

Débit moyen mensuel (m³/s)

15.6

Cours d'eau : NAZINON. Mois : H.O.U.T.

Station : DAKAYE. Année : 1989.

H en cm. Q en m³/s.

122

Jours	4H		8H		12H		16H		20H		24H		Hmj	Qmj	CRUE	
	H	Q	H	Q	H	Q	H	Q	H	Q	H	Q			Heure	H
1	150	2,80	155	3,12	170	4,15	208	7,21	233	8,68	226	8,92		5,82		
2	225	8,88	224	8,78	225	8,88	222	9,08	233	9,7	238	10,3		9,27		
3	239	10,5	239	10,5	235	10,0	230	9,4	225	8,88	220	8,40		9,61		
4	214	7,79	208	7,21	200	6,50	192	6,02	187	5,46	180	4,90		6,31		
5	153	4,37	155	3,79	158	3,32	151	2,85	145	2,49	139	2,15		3,16		
6	133	1,85	128	1,60	123	1,37	118	1,14	114	0,96	111	0,84		1,29		
7	105	1,223	105	0,616	103	0,509	101	0,485	100	0,455	98	0,400		0,538		
8	95	0,373	95	0,346	96	0,346	94	0,346	95	0,321	95	0,321		0,342		
9	94	0,295	93	0,271	93	0,271	96	0,346	102	1,37	126	1,51		0,67		
10	105	1,60	133	1,85	143	2,37	153	2,99	176	3,86	180	4,90		2,92		
11	185	6,10	210	7,40	223	8,68	250	8,88	265	10,2	271	11,2		10,07		
12	271	16,0	280	16,7	283	17,3	285	17,7	287	17,1	282	18,3		17,35		
13	289	17,5	289	17,5	288	18,3	282	18,1	265	17,7	284	17,5		18,1		
14	283	17,3	286	17,9	286	17,9	285	17,7	283	17,3	281	16,9		17,5		
15	280	16,7	278	16,4	275	15,8	274	15,7	272	15,3	270	15,0		15,81		
16	265	14,7	266	14,3	264	14,0	263	13,9	262	13,6	258	13,1		13,93		
17	255	12,6	252	12,2	249	11,8	245	11,2	242	10,8	239	10,5		11,51		
18	235	10,0	230	9,4	226	8,98	221	8,49	217	8,09	213	7,69		8,77		
19	213	7,69	213	7,69	229	9,29	225	8,88	221	8,49	218	8,19		8,37		
20	217	8,09	215	7,89	212	7,59	210	7,40	205	7,21	206	7,03		7,53		
21	205	6,94	203	6,76	203	6,76	205	6,94	206	7,03	207	7,12		6,92		
22	203	7,21	202	7,21	206	7,03	207	7,12	205	6,94	202	6,59		7,01		
23	180	6,34	184	6,07	190	5,70	187	5,06	183	5,14	179	4,82		5,58		
24	176	4,59	173	4,37	174	4,44	173	4,37	177	4,67	175	4,45		4,53		
25	180	4,90	183	5,14	184	5,22	187	5,46	189	5,62	193	5,94		5,38		
26	190	6,34	203	6,76	208	7,21	214	7,79	220	8,40	225	8,88		7,56		
27	228	9,18	231	9,5	234	9,9	236	10,1	238	10,3	240	10,6		9,93		
28	242	10,7	243	11,0	246	11,4	249	11,8	251	12,0	253	12,3		11,53		
29	255	12,6	257	12,9	260	13,4	262	13,7	264	14,0	265	14,3		13,48		
30	267	14,5	268	14,7	269	14,8	270	15,0	270	15,0	270	15,0		14,83		
31	269	14,8	267	14,5	262	14,0	262	14,0	267	14,5	266	14,3		14,51		
	Débit moyen mensuel (m ³ /s)													8,71		

Cours d'eau : NAZINON. Mois : Septembre

Station : DAKAYE

Année : 1959

H en cm. Q en m³/s

123

Jours	4 h		8 h		12 h		16 h		20 h		24 h		Hmj	Qmj	CRUE		
	H	Q	H	Q	H	Q	H	Q	H	Q	H	Q			Heure	H	Q
1	260	14,0	264	13,6	259	13,1	255	12,6	254	12,0	238	11,6		12,81			
2	245	11,2	240	11,1	240	11,1	242	10,8	241	10,7	239	10,5		10,9			
3	225	10,5	237	10,2	236	10,1	230	9,9	220	9,9	232	9,7		10,05			
4	235	10,0	232	10,1	232	10,1	232	10,1	235	10,0	234	9,9		10,02			
5	220	9,9	227	9,7	232	9,6	227	9,5	230	9,4	220	9,29		9,56			
6	227	9,08	226	8,98	225	8,88	220	8,68	221	8,49	210	8,20		8,73			
7	234	9,9	228	10,3	220	10,5	228	10,5	220	10,6	220	10,5		10,31			
8	225	10,3	228	10,3	225	10,3	247	10,7	245	11,2	240	11,8		10,76			
9	250	11,9	251	11,9	254	12,0	254	12,0	252	12,2	250	12,2		12,03			
10	253	12,3	253	12,3	252	12,3	252	12,0	250	11,9	248	11,6		10,06			
11	247	11,5	245	11,2	243	11,0	240	10,6	237	10,2	235	10,0		10,75			
12	230	9,9	232	9,6	234	9,5	220	9,4	230	9,4	230	9,4		9,53			
13	230	9,4	230	9,5	231	9,5	234	9,5	230	9,5	230	9,4		9,46			
14	231	9,5	235	10,0	235	10,0	235	10,0	232	10,1	236	10,1		9,95			
15	234	9,9	232	9,6	230	9,4	222	9,08	220	8,88	210	8,28		9,27			
16	220	8,58	220	8,40	219	8,30	210	8,09	210	7,89	202	7,59		8,14			
17	210	7,40	210	7,12	204	6,85	200	6,50	190	6,26	180	5,94		6,67			
18	190	5,70	189	5,62	186	5,38	183	5,14	170	4,78	160	4,50		5,27			
19	185	4,75	182	4,59	180	4,37	171	4,22	160	4,15	150	4,08		4,36			
20	180	4,01	180	3,93	180	3,86	180	3,79	180	3,79	180	3,86		3,87			
21	180	3,93	180	3,93	180	3,93	180	3,86	180	3,86	180	3,79		3,88			
22	180	3,72	180	3,65	180	3,59	180	3,59	180	3,59	180	3,59		3,62			
23	180	3,59	180	3,59	180	3,59	180	3,59	180	3,52	180	3,45		3,55			
24	180	3,32	180	3,25	180	3,12	180	3,05	180	2,93	180	2,86		3,08			
25	180	2,80	180	2,68	180	2,61	180	2,49	180	2,43	180	2,37		2,56			
26	180	2,32	180	2,26	180	2,20	180	2,15	180	2,10	180	2,05		2,17			
27	180	2,10	180	2,05	180	2,00	180	1,95	180	1,90	180	1,90		1,78			
28	180	1,85	180	1,85	180	1,75	180	1,70	180	1,65	180	1,56		1,70			
29	180	1,56	180	1,52	180	1,47	180	1,37	180	1,33	180	1,28		1,42			
30	180	1,24	180	1,19	180	1,10	180	1,05	180	1,01	180	1,01		1,1			
31																	

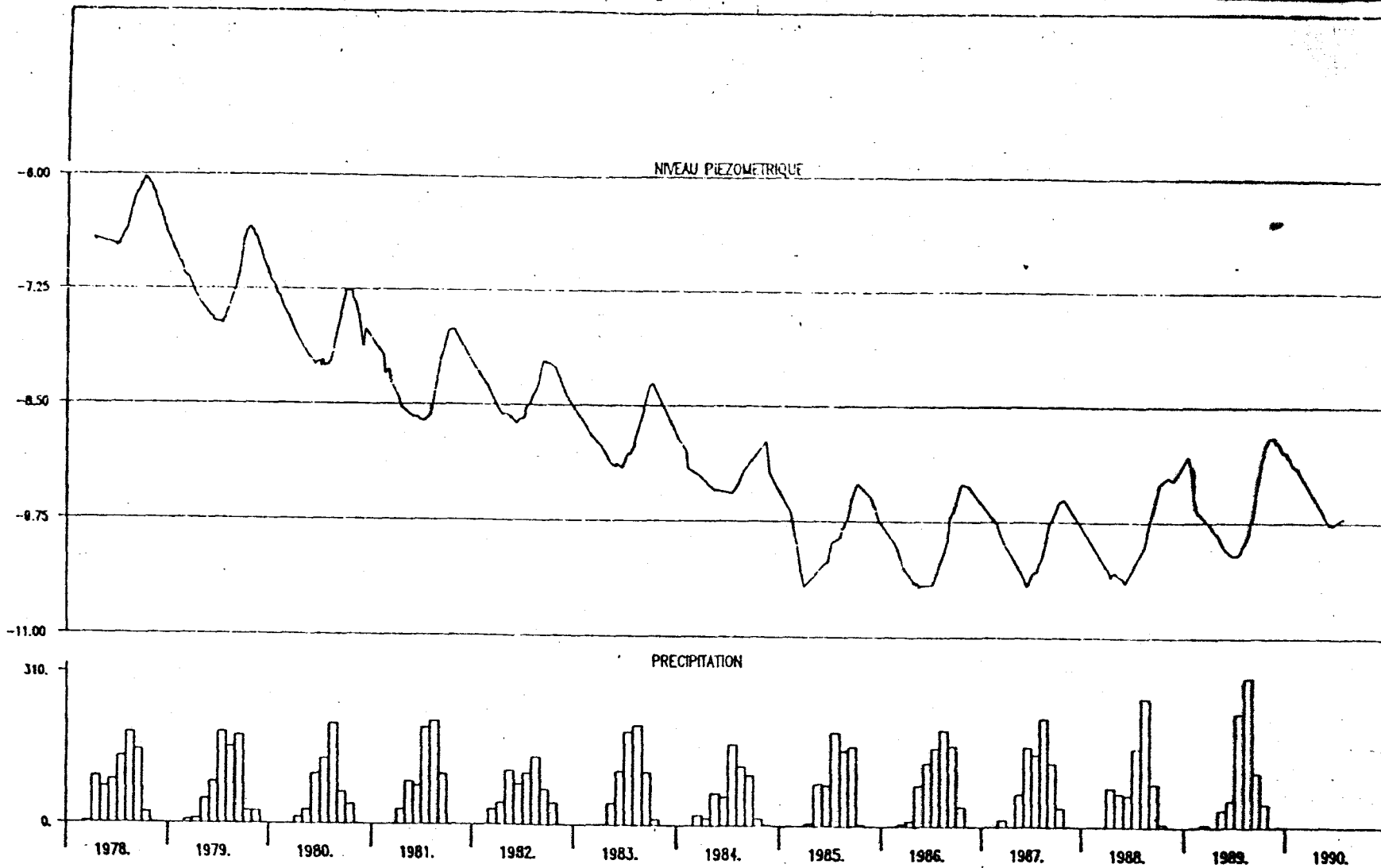
Débit moyen mensuel (m³/s) 6,69

Cours d'eau : N.H.E.I.N.O.N. Mois : Octobre...
 Station : DAKAYE. Année : 1989. H en cm. Q en m³/s.

124

Jours	4h		8h		12h		16h		20h		24h		Hmj	Qmj	CRUE	
	H	Q	H	Q	H	Q	H	Q	H	Q	H	Q			Heure	H
1	114	0,96	113	0,92	112	0,88	112	0,86	111	0,84	111	0,84		0,85		
2	111	0,84	110	0,80	110	0,80	109	0,78	109	0,76	109	0,76		0,77		
3	109	0,76	109	0,76	109	0,76	107	0,68	107	0,68	107	0,68		0,71		
4	107	0,68	107	0,68	107	0,68	106	0,65	106	0,65	106	0,65		0,66		
5	106	0,65	106	0,65	106	0,65	106	0,65	106	0,65	105	0,616		0,64		
6	105	0,616	105	0,616	104	0,58	104	0,58	104	0,58	103	0,54		0,58		
7	103	0,54	103	0,54	102	0,52	101	0,50	101	0,50	100	0,48		0,48		
8	100	0,48	100	0,48	99	0,47	99	0,47	99	0,47	100	0,48		0,48		
9	100	0,48	100	0,48	100	0,48	100	0,48	100	0,48	104	0,58		0,53		
10	104	0,58	103	0,54	101	0,48	100	0,48	100	0,48	100	0,48		0,48		
11	99	0,47	99	0,47	98	0,46	98	0,46	98	0,46	98	0,46		0,46		
12	98	0,46	98	0,46	98	0,46	97	0,45	97	0,45	97	0,45		0,45		
13	97	0,45	97	0,45	96	0,44	96	0,44	95	0,43	95	0,43		0,44		
14	95	0,43	95	0,43	94	0,42	94	0,42	94	0,42	94	0,42		0,42		
15	94	0,42	94	0,42	93	0,41	92	0,40	92	0,40	92	0,40		0,40		
16	92	0,40	92	0,40	92	0,40	92	0,40	91	0,39	91	0,39		0,39		
17	91	0,39	90	0,38	90	0,38	90	0,38	90	0,38	90	0,38		0,38		
18	90	0,38	90	0,38	89	0,37	89	0,37	88	0,36	88	0,36		0,36		
19	88	0,36	88	0,36	88	0,36	88	0,36	88	0,36	88	0,36		0,36		
20	88	0,36	87	0,35	87	0,35	87	0,35	87	0,35	87	0,35		0,35		
21	87	0,35	86	0,34	86	0,34	85	0,33	85	0,33	85	0,33		0,33		
22	85	0,33	84	0,32	84	0,32	84	0,32	84	0,32	84	0,32		0,32		
23	84	0,32	83	0,31	83	0,31	82	0,30	82	0,30	82	0,30		0,30		
24	82	0,30	82	0,30	81	0,29	81	0,29	81	0,29	81	0,29		0,29		
25	81	0,29	81	0,29	81	0,29	81	0,29	81	0,29	81	0,29		0,29		
26	81	0,29	81	0,29	80	0,28	80	0,28	80	0,28	80	0,28		0,28		
27	80	0,28	80	0,28	79	0,27	79	0,27	79	0,27	79	0,27		0,27		
28	79	0,27	79	0,27	79	0,27	79	0,27	79	0,27	79	0,27		0,27		
29	79	0,27	79	0,27	79	0,27	79	0,27	79	0,27	79	0,27		0,27		
30	79	0,27	79	0,27	79	0,27	79	0,27	79	0,27	79	0,27		0,27		
31	79	0,27	79	0,27	79	0,27	79	0,27	79	0,27	79	0,27		0,27		

Débit moyen mensuel (m³/s) 0,289



06/10/01-248 Despiezometres

Client
BURKINA FASO - Min. de l'eau
Nom
OBSERVATIONS PIEZOMETRIQUES CIEH
Description

BEWACO
PROJET BILAN D'EAU
Date
24/07/1990
No de figure
5.1

UNIVERSITE DE OUAGADOUGOU

ANNEXE VI

BP. 7021

Departement de Géographie

Fiche d'Enquête I.

Lieu N°beré	Date	Nom et Prenoms	Age	Thème Traité
<u>Questionnaires</u>			<u>Réponses</u>	
Depuis combien de temps residez vous dans le village.				
Avez vous vu le fleuve Nazinen ?				
Avez vous une fois observée que l'eau à débordé le fleuve ? En quelle année				
Est-il annuel ou accidentel ? l'eau est-il arrivé jusqu'au village ? si non avez vous une idée de l'espace occupé.				
Est-il arrivé que ce phénomène s'était répété 2 fois en une année ? les mois concernés.				
Est-il arrivé que le fleuve soit see ? En quel moment de l'année				
Quelle est le profondeur du puits ? Est-il déjà arrivé que les puits sont à see ou l'eau monte. quant et combien de fois dans l'année ; periodique ou annuel ?				
La montée receptionnelle des eaux vous surprend ou non et pourquoi ? Avez vous l'idée de l'année ou elle a été catastrophique ?				