

Office de la Recherche Scientifique
et Technique Outre-Mer

MISSION D'ÉTUDES ET D'AMÉNAGEMENT
DU NIGER

MONOGRAPHIE DU NIGER



C - LE NIGER MOYEN

- 1 -

FACTEURS CONDITIONNELS DU RÉGIME
DONNÉES HYDROLOGIQUES

P. DUBREUIL
Maître de Recherches
à l'O.R.S.T.O.M.

par

R. LEFÈVRE
Ingénieur Hydrologue
à l'O.R.S.T.O.M.

MAI 1962

MONOGRAPHIE du NIGER

C - LE NIGER MOYEN

- I -

Facteurs Conditionnels du Régime

Données Hydrologiques

par

P. DUBREUIL
Maître de Recherches
à l'O.R.S.T.O.M.

R. LEFEVRE
Ingénieur Hydrologue
à l'O.R.S.T.O.M.

Mai 1962.

MONOGRAPHIE du NIGER MOYEN

1^{er} Volume

S O M M A I R E

	Page
<u>PREAMBULE</u> -	1
<u>FACTEURS CONDITIONNELS du REGIME</u>	4
<u>1ère PARTIE - CARACTERISTIQUES GEOGRAPHIQUES PRINCIPALES du BASSIN</u>	
<u>Chapitres</u> -	
I - Géologie	5
II - Pédologie	19
III - Vallée du Fleuve	26
IV - Affluents Rive Droite	32
V - Affluents Fossiles Rive Gauche	41
VI - Hydrogéologie	55
VII - Profil en Long et Pentes Superficielles..	60
<u>2ème PARTIE - DONNEES CLIMATOLOGIQUES</u>	
Généralités	68
<u>Chapitre I</u> -	
A - Régime des Vents	70
B - Les Températures	72
C - Hygrométrie	74
D - Evaporation	75

Chapitre II - Pluviométrie

A - Hauteurs Annuelles	78
B - Variations Saisonnières	80
C - Précipitations Journalières	81
D - Irrégularité Interannuelle	83

3ème PARTIE - DONNEES HYDROLOGIQUES

Equipement Hydrologique et Mesures Hydrométriques	84
--	----

Chapitre A - Le NIGER

1 - Station de TOSSAYE	86
2 - Station de BOUREM	88
3 - Station de GAO	89
4 - Station d'ANSONGO	90
5 - Station de FIRGOUN	91
6 - Station de TILLABERY	92
7 - Station de DAIKENA	94
8 - Station de DEDIA	94
9 - Station de NIAMEY	94
10 - Station de KOLO	97
11 - Station de SAY	98
12 - Station de KOULOU	98
13 - Station de MALANVILLE	99
14 - Station de GAYA	101

Chapitre B - Les Affluents Rive Droite du NIGER

1 - Bassin du GOROUOL	102
2 - Bassin du DARGOL	105
3 - Bassin de la SIRBA	107
4 - Bassin du GOROUBI	110
5 - Bassin du DIANINGOU	110
6 - Bassin de la TAPOA	111
7 - Bassin de la MEKROU	111
8 - Bassin de l'ALIBORI	113
9 - Bassin de la SOTA	116

P R E A M B U L E

Le bassin du NIGER Moyen, objet de cette étude, commence, en amont, à la partie orientale de la cuvette lacustre, entre DIRE et TOSSANE et est, en aval, arbitrairement limité à la frontière de la NIGERIA.

Son bassin théorique est immense, ses dimensions extrêmes étant :

- 10° et 24° de latitude Nord,
- 2° de longitude Ouest et 9° de longitude Est.

Inscrit dans un rectangle dont le grand côté est orienté Sud-Ouest - Nord-Est, le bassin du NIGER Moyen est limité :

- A l'Ouest : par la cuvette lacustre du NIGER, elle-même comprise entre deux zones endoréïques : le GOURMA au Sud et l'AZAOUAD au Nord,
- Au Nord, par les bassins du TANEZROUFT et du versant Nord de l'AHAGGAR,
- A l'Est, par le bassin théorique du TCHAD depuis l'AHAGGAR jusqu'à la frontière de NIGERIA,
- Au Sud, par les différents bassins des fleuves côtiers : VOLTA, OUEME et par le bassin d'un affluent du NIGER Inférieur : la RIMA-SOKOTO.

D'une superficie totale d'environ 900 000 km², le bassin du NIGER Moyen ne présente guère des phénomènes d'écoulement bien caractérisé que sur l'étendue des 150 000 km² que couvrent les différents bassins affluents de rive droite.

Les affluents du groupe voltaïque : GOROUOL, DARGOL, SIRBA, GOROUBI, DIAMANGOU et TAPOA ont un trop faible

NIG. 71026

ED:

LE: 2-62

DES:

VISA:

TUBE N°:

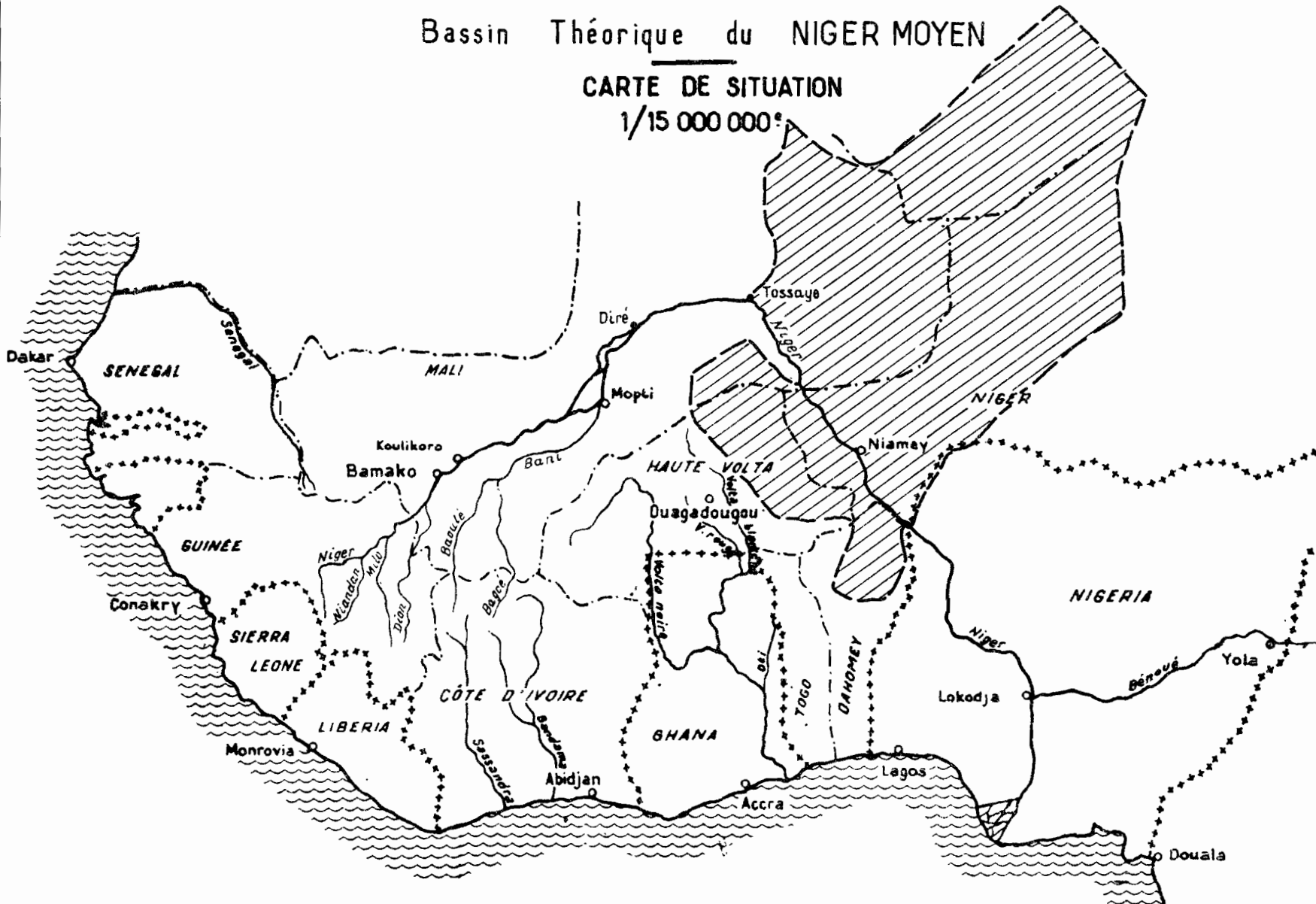
A1

O R S T O M

Bassin Théorique du NIGER MOYEN

CARTE DE SITUATION

1/15 000 000^e



Carte I

coefficient d'écoulement pour influencer notablement le régime du NIGER. Seuls, ceux du groupe dahoméen : MEKROU, ALIBORI et SOTA, dont les bassins orientés du Sud au Nord sont relativement bien arrosés (pluviométrie moyenne de 1100 mm), modifient la forme de l'hydrogramme annuel du NIGER en provoquant une crue d'origine locale (maximale en Septembre) qui vient se superposer à la crue provenant du bassin guinéen dont le maximum n'arrive à la frontière de NIGERIA qu'en Mars ; le maximum de Septembre est de même importance que celui de Mars.

Les affluents actifs sur la rive gauche du NIGER, de TOSSAYE à MALANVILLE, sont inexistantes, mis à part des ruissellements très localisés et très faibles en bordure de la vallée. La faiblesse de la pluviométrie et des pentes et, surtout, la nature perméable des terrains ont provoqué la dégradation du réseau hydrographique et l'endoréisme des bassins.

Les vestiges actuels du réseau hydrographique de ces grandes vallées fossiles (TILENSO, ATANKARER, AZAOUAK et DALLOL BOSSO), plus ou moins marqués suivant la latitude et la nature du sol, témoignent de la puissance des écoulements à une certaine époque du quaternaire.

L'AZAOUAK et le Bas NIGER formaient, jadis, une même artère orientée Nord-Sud et longue d'environ 2800 km qui drainait, par les Oueds TESSELAMANE et ALAOUA, la partie Sud de l'AHAGGAR et, par les kouris de la région d'AGADES, le versant Ouest de l'AIR.

Par ailleurs, un affluent rive droite du fleuve AZAOUAK (Niger Inférieur) occupait le lit actuel du NIGER entre BOUMBA et GAO et drainait les versants Ouest (Oued Tilemsi) et Est (Oued In Atankarer) de l'ADRAR des Iforas.

Il n'y avait alors pas de liaison entre le système hydrographique : TILEMSI, ATANKARER, AZAOUAK et NIGER Inférieur d'une part et la vaste cuvette lacustre d'autre part qui, de MACINA à TOMBOUCTOU, emmagasinait les débits provenant des massifs de GUINÉE.

Suivant l'alternance des périodes sèches et humides du quaternaire, il y a un remplissage de la cuvette (cote maximale estimée à 270 m I.G.N.) puis ensablement et de nou-

veau remplissage, ce qui, par suite du comblement opéré à la période sèche précédente, a provoqué un déversement par dessus le socle primaire aux environs de TOS AYE. Les volumes écoulés à TOSSAYE ont alors érodé le seuil et ont emprunté le lit d'un affluent du TILEMSI. L'Oued TILEMSI était, durant les périodes humides du quaternaire, une rivière vigoureuse et le phénomène d'érosion régressive a été relativement actif, ce qui a entraîné un affouillement général de son profil en long, et de celui de ses affluents, en particulier l'Oued ESSALAOUA dont le lit empruntait le bief actuel du NIGER entre TOSSAYE et BOUREM.

Grossie par les crues guinéennes provenant de la cuvette lacustre, une partie des cours des oueds ESSALAOUA et TILEMSI a été recreusée.

Une nouvelle et longue période sèche a changé alors la physionomie de l'écoulement : les apports provenant de l'ADRAR des Iforas, de l'AHAGGAR et de l'AIR sont devenus peu à peu nuls et les tronçons inférieurs des anciennes vallées n'ont plus été alimentés que par les déversements du seuil de TOSSAYE, donnant ainsi à la vallée son aspect actuel : un canal qui, jusqu'au W, soit pendant plus de 500 km, présente des apports très faibles sur sa rive droite et nuls sur sa rive gauche, malgré l'immense étendue du bassin versant.

FACTEURS CONDITIONNELS du REGIME

1ère PARTIE

CARACTERISTIQUES GEOGRAPHIQUES PRINCIPALES du BASSIN

Par suite de la disproportion entre la superficie totale du bassin theorique du NIGER Moyen telle que nous l'avons définie dans le préambule et sa partie réellement active, nous adopterons un plan sensiblement différent de celui des premiers volumes relatifs au NIGER Supérieur et à la cuvette lacustre.

Après avoir examiné la géologie et la pédologie de l'ensemble du bassin, nous étudierons successivement les caractéristiques générales de la vallée du fleuve, des affluents rive droite voltaïques et dahoméens et des affluents fossiles rive gauche. Pour ces derniers, leur intérêt étant nul pour l'étude du bilan hydrologique du NIGER Moyen, nous examinerons dans un même chapitre la description du réseau, sa dégradation en précisant toutes les données hydrologiques et les caractéristiques d'écoulement que nous possédons sur cet ensemble complexe.

Dans le chapitre suivant, nous effleurerons l'hydrogéologie du bassin ; enfin, dans un dernier paragraphe, nous aborderons l'examen du profil en long et des variations du plan d'eau du NIGER Moyen et de ses affluents de rive droite.

C H A P I T R E I

ESQUISSE GEOLOGIQUE SOMMAIRE du BASSIN -

Les considerations stratigraphiques et minéralogiques sur la Géologie d'un bassin ne constituent pas en général des éléments essentiels pour l'analyse des régimes hydrologiques.

Par contre, la forme des vallées, les accidents géographiques du profil en long, l'hydrologie souterraine, dépendent étroitement des données géologiques.

Pour ces raisons et aussi pour respecter la tradition, nous en exposerons dans le présent chapitre, une esquisse sommaire dans l'ordre suivant :

- Accidents géologiques principaux le long de la vallée du Fleuve de l'amont vers l'aval.
- Description des affleurements dans les diverses provinces géologiques constituant le bassin.

Nous avons surtout cherché à simplifier et résumer les ouvrages et rapports de géologues énumérés ci-dessous et auxquels nous renvoyons le lecteur en quête de commentaires et d'explications plus précises :

I - Bulletins du Service Fédéral des Mines et de la Géologie -

N° 22 - par R. POUGNET : le Précambrien du DAHOMEY (Thèse 1955)

N° 23 - par P. AICARD : le Précambrien du TOGO et du Nord-Ouest du DAHOMEY (Thèse 1953)

N° 24 - par P. MASCLANIS : le Précambrien de la partie orientale de la boucle du NIGER
(Thèse 1955)

N° 26 - par H. RADIER :

Tome I : le Précambrien Saharien au Sud de l'ADRAR des IFORAS.

Tome II : le Bassin crétacé et tertiaire de GAO. Le détroit soudanais. (Thèse 1957)

Rapport de fin de Mission géologique. Octobre 1955 par J. GREIGERT.

Rapport de Mission dans la Vallée du NIGER par J. DUCELLIER. Décembre 1956.

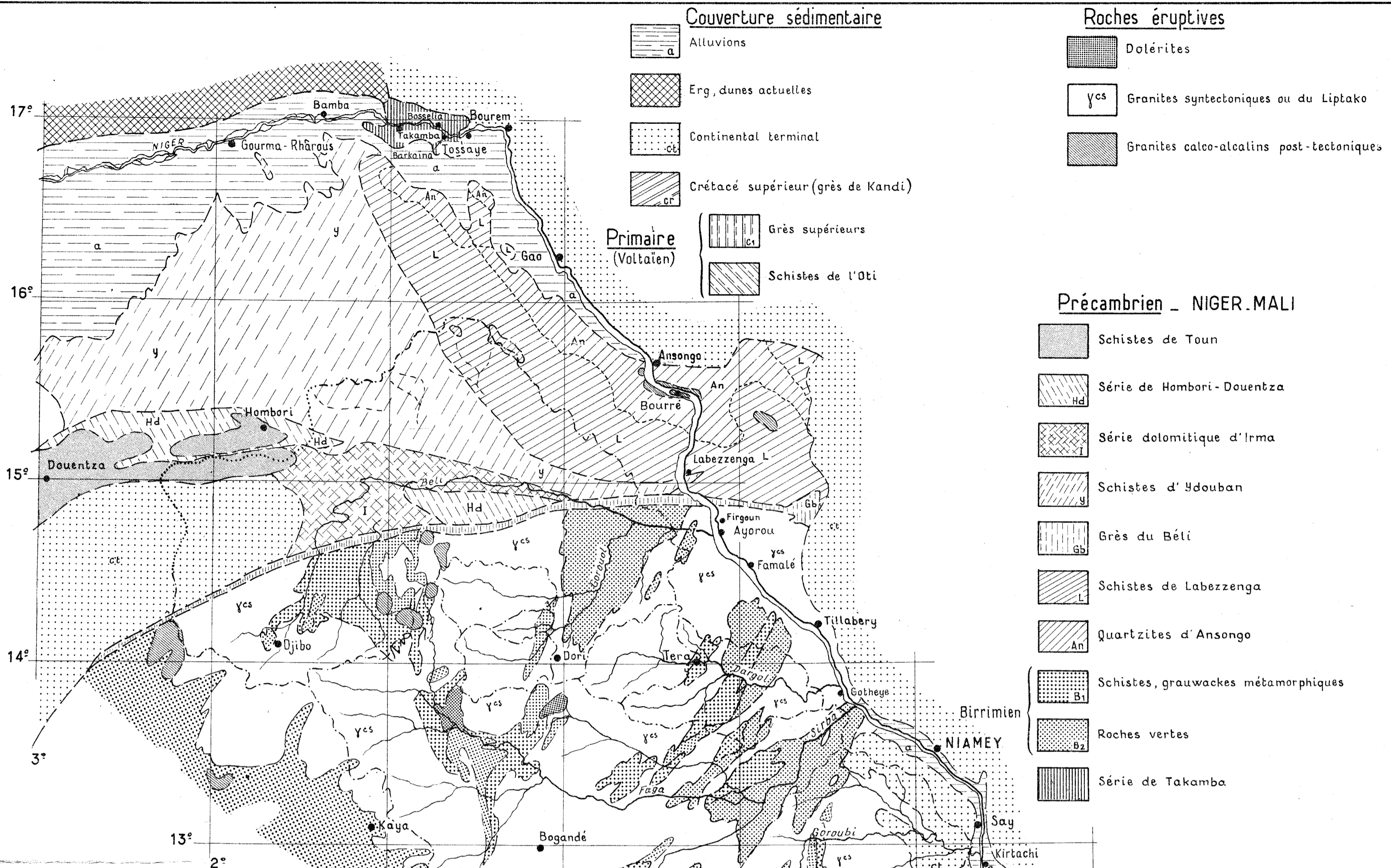
Carte géologique de l'AFRIQUE Occidentale au 1/2 000 000° publiée en 1959 par le B.R.G.M. (Feuilles N°5 et N°2).

Nous remercions vivement à cette occasion le Service Dakarois du Bureau de Recherche Géologique et Minière d'avoir mis à notre disposition rapports et conseils avec la plus extrême complaisance.

I - ASPECTS GEOLOGIQUES de la VALLEE de L'AMONT vers L'AVAL -

Dans son mouvement de contournement des formations anciennes du GOURMA, le NIGER dépasse au Nord le parallèle 17° pendant une trentaine de kilomètres à l'aval de BAMBA, coulant dans un profond tayeurt éolien. Immédiatement après, il traverse les affleurements de quartzites (surtout sur la rive droite), en général blancs et plus ou moins riches en mica, et de micaschistes (surtout sur la rive gauche) constituant la série de TAKAMBA et le plus ancien des affleurements du socle de GOURMA.

Cette partie du cours est importante : le lit y est entièrement rocheux avec de nombreux blocs et massifs isolés et son tracé présente des resserrlements et des déboîtements brusques indiquant les difficultés du franchissement. Elle s'étend jusqu'à l'aval du seuil de TOS AYE, le plus connu,



Couverture sédimentaire

- Alluvions
- Erg, dunes actuelles
- Continental terminal
- Crétacé supérieur (grès de Kandi)
- Grès supérieurs
- Schistes de l'Oti

Roches éruptives

- Dolérites
- Granites syntectoniques ou du Liptako
- Granites calco-alcalins post-tectoniques

Primaire (Voltaïen)

Précambrien - NIGER-MALI

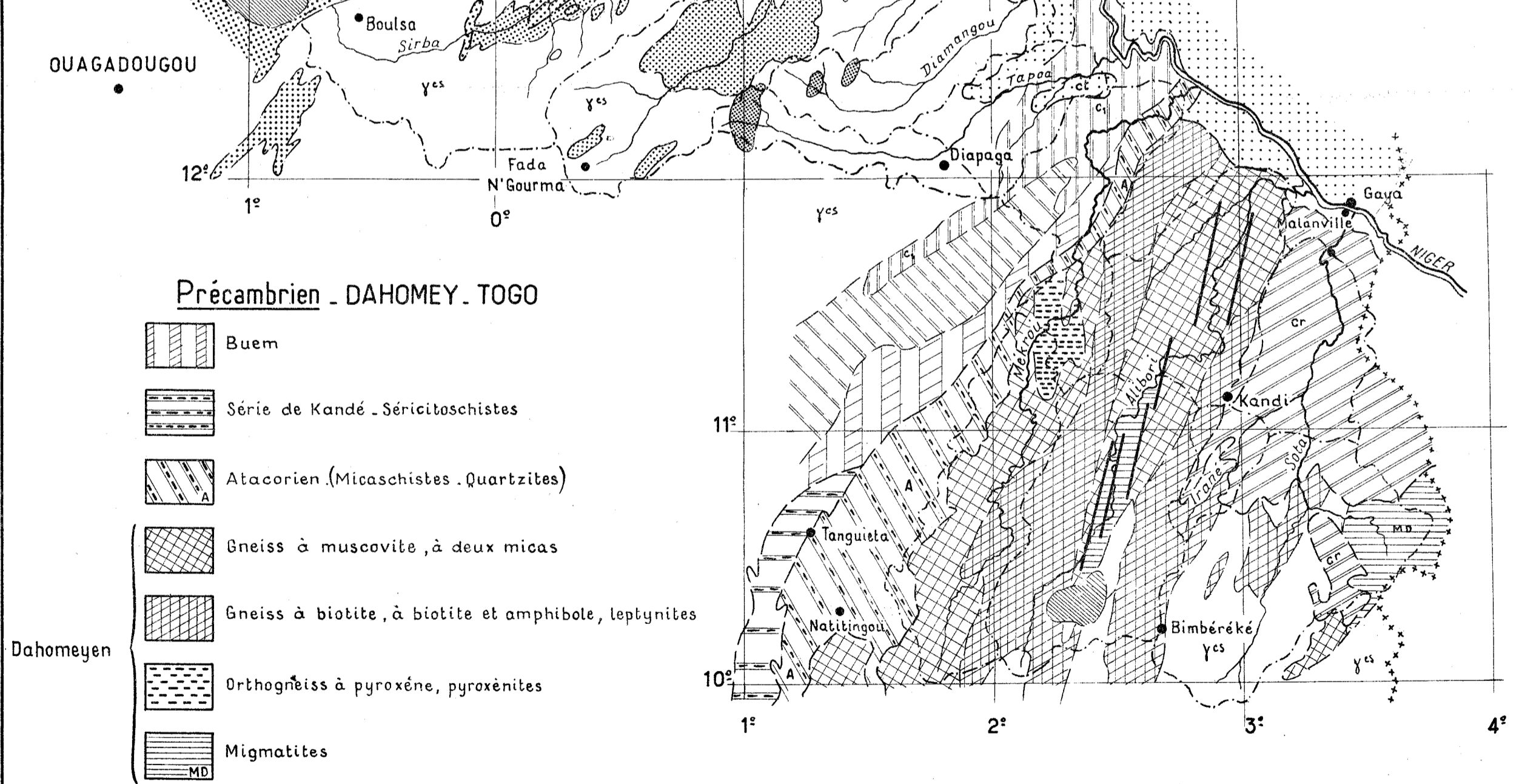
- Schistes de Toun
- Série de Hombori-Douentza
- Série dolomitique d'Irma
- Schistes d'Ydouban
- Grès du Béli
- Schistes de Labezzenga
- Quartzites d'Ansongo
- Schistes, grauweekes métamorphiques
- Roches vertes
- Série de Takamba

Carte 2

BASSIN DU NIGER MOYEN

Croquis géologique

ECHELLE : 1/2 000 000



Précambrien - DAHOMEY - TOGO

- Buem
- Série de Kandé - Séricitoschistes
- Atacorien (Micaschistes - Quartzites)
- Gneiss à muscovite, à deux micas
- Gneiss à biotite, à biotite et amphibole, leptynites
- Orthogneiss à pyroxène, pyroxénites
- Migmatites

Dahomeyen

Référence : Carte géologique de l'Afrique occidentale au 1/2 000 000. B.R.G.M. (1959)

et comprend les seuls sites possibles du barrage sur le dur susceptible d'améliorer la régularisation de la cuvette lacustre (sites de BOSSELIA, BARKAINA et TOSSAYE).

L'érosion de ces accidents rocheux est conditionné dans l'histoire du fleuve la liaison du réseau hydrographique du NIGER Supérieur avec le réseau fossile du TILEMSI qui en orienta le cours vers le Sud.

Ces sites de barrage ont été étudiés en Décembre 1956 (Mission J. DUCELLIER Géologue de la F.O.M.). Il faut en retenir que le site du goulet de TOSSAYE, souvent proposé pour la régularisation, et le plus étroit (250 à 300 mètres), semble être le moins intéressant du fait de l'existence sur la rive droite d'un épais placage ferrugineux latéritique surmontant la série des quartzites et des micaschistes. Leur altération et la discordance mécanique causée par le placage poseraient, quant au barrage, des problèmes de stabilité et d'étanchéité. Par contre les sites de BOSSELIA et de BARKAINA, en roc sain, apparaissent favorables aux conditions imposées par le Génie Civil.

Bief TOSSAYE-ANSONGO -

A l'aval de BOUREM, la vallée s'élargit dans de notables proportions (3 à 5 km) et laisse apercevoir sur la rive gauche les collines de grès du Continental Terminal. En face de GAO, la rive droite est plaquée d'une série de dunes vives très appréciées des touristes au coucher du soleil.

Derrière ces dunes, "les falaises de GOURMA" se rapprochent du fleuve : ce sont les limites d'affleurement des quartzites d'ANSONGO que nous retrouverons plus loin dans la série du GOURMA.

A GAO, le NIGER se glisse dans la vallée fossile du TILEMSI dont le fond est dallé de remblais fluviaux descendus de l'ADRAR, scellés dans un classique ciment de cuirasse démontrant l'état fossile de la vallée lors de sa remise en eau (H. RADIER).

De GAO à ANSONGO, le tracé du fleuve limite les affleurements grés-argileux, sur la rive gauche, du Continental Terminal. Sur la rive droite, les falaises de quartzites se rapprochent encore, plus hautes, plus nettes, elles indiquent maintenant la faille délimitant la bordure Sud-Ouest du Détroit Soudanais.

Bief ANSONGO-FIRGOUN -

Géologiquement, il s'agit sans doute du tronçon du NIGER le plus intéressant d'AFRIQUE occidentale. Citons P. MASCLANIS : "La coupe du NIGER d'ANSONGO à TILLABERI a même été considérée comme pièce maîtresse de la géologie de l'A.O.F. parce qu'on peut y observer des formations et des contacts qui permettent d'établir une stratigraphie que, par analogie, on peut étendre à tout le Précambrien de l'A.O.F.".

A l'aval immédiat d'ANSONGO, la faille du Détroit Soudanais traverse de part en part le fleuve qui franchit ensuite sur une centaine de kilomètres, la plupart des formations de la série du GOURMA, la bande étroite des grès dits "de base" que certains auteurs ont appelée série du BELI pour marquer la discordance supposée avec les formations du GOURMA, et débouche dans les formations précambriennes du LIPTAKO (granits syntectoniques intrusifs concordant avec la série birrimienne des roches vertes : schistes et quartzites anciennement dits de YATAKALA).

Au Sud-Est d'ANSONGO, aux alentours immédiats du village de BOURRE, la vallée traverse un massif lenticulaire aux contours bien nets formé d'ortho-gneiss et de granites intrusifs qui se placent stratigraphiquement postérieurement aux séries d'ANSONGO et LABBEZANGA.

Au Nord-Est de ce petit massif, se trouvent les gisements manganésifères non exploités d'ANSONGO, issus des remontées granitiques par métamorphisme.

Ces accidents géologiques traversiers sont la cause d'un bief à forte pente où le lit se divise souvent en plusieurs bras serpentant dans le roc. Le plus connu : les rapides de LABBEZENGA, oblige le fleuve à franchir une barrière de quartzites à séricite (série de LABBEZENGA) sur laquelle la navigation très légère n'est possible, à la rigueur, qu'au maximum de la crue, c'est-à-dire au mois de Février.

Bief FIRGOUN-TILLABERY-GOTHEYE -

Le NIGER traverse au Nord de FIRGOUN la zone de contact entre la série du GOURMA et celle du LIPTAKO. Cette zone de contact, cachée par les affleurements de grès de la série du BELI (grès de base), a donné lieu à certaines controverses stratigraphiques. Notons la possibilité, au Sud immédiat de FIRGOUN, d'une faille ou d'un effondrement (accident gravimétrique signalé par Mlle CRENN en 1954) marquant un prolongement très rapide des formations du LIPTAKO vers le Nord.

Les grès du BELI apparaissent en discordance à la fois sur la série du GOURMA et sur celle du LIPTAKO, la seconde antérieure à la première (Thèse de P. MASCLANIS en 1955).

Entre FIRGOUN et GOTHEYE, le lit s'engage dans les granites du LIPTAKO affleurant sous des aspects différents (granites à biotite, à amphibole, migmatitique) recouverts de lambeaux de BIRRIMIEN (amphibolites et schistes de la série de YATAKALA).

Les passes d'amphibolites dans le fond du fleuve sont la cause d'élargissements pittoresques du lit en un fourmillement de bras, d'îles, de chenaux obliquant parfois brutalement à angle droit au milieu de blocs rocheux (rapides d'AYOROU et rapides de FEMALE).

Notons également des intrusions récentes de gabbros reconnus de place en place, de part et d'autre de la vallée.

Bief GOTHEYE-NIAMEY-KIRTACHI -

A l'aval de GOTHEYE, sur une quinzaine de kilomètres, le lit traverse la partie Nord-Est du plus important massif d'amphibolites (orthoamphibolites) du LIPTAKO : le massif LOUGUI-GOTHEYE de plus de 100 kilomètres de long sur 20 de large.

D'après les observations gravimétriques (Mlle CRENN 1953), la variation de g au passage du massif est anormalement élevée et laisserait supposer une épaisseur d'amphibolites de plusieurs kilomètres ...

Puis la vallée, à la suite d'une puissante érosion, s'enfonce dans les dépôts du Continental Terminal, et le fleuve coule sur des revêtements alluvionnaires récents dissimulant le socle décomposé.

Jusqu'au W, le fleuve longe sur sa rive gauche les grès jaunes et rouges qui forment le faciès supérieur du Continental Terminal oriental. Ce dernier s'étend sur une trentaine de kilomètres vers l'Ouest. Au centre du plateau (puits de GOROUA sur la route NIAMEY-FADA N'GOURMA), son épaisseur est d'environ 50 m ; la succession des couches présente des grès argileux gris ou jaunes, des argiles micacées, des bancs de grès argileux contenant des oolithes ferrugineuses et enfin des éléments décomposés du socle cristallin.

Bief KIRTACHI-MALANVILLE -

La région du W est sauvage et difficilement accessible.

Les formations du Continental Terminal ont été décapées par l'érosion extensive de la vallée et laissent apparaître les formations du Voltaïen (grès et grès quartzites plissés N-NE S-SE) qui composent les berges du fleuve dans le W.

Le NIGER a creusé son lit suivant deux directions dominantes grossièrement perpendiculaires (N-NE, S-SO et E-SE, O-NO) qui sont, d'une part celle des plissements, d'autre part celle des chenaux d'érosion transversaux.

Les falaises de rives ne forment jamais d'impressionnant verrou rocheux : les éboulis de gros blocs démantelés diminuent les pentes du profil en travers. Néanmoins, après décapage, cette région offrirait de nombreux sites possibles d'important barrage.

Au droit du DALLOL BOSSO à BOUMBA (embouchure de la MEKROU), le NIGER effleure sur la rive Ouest la pointe Nord de l'arête Atacorienne qui traverse en arc le TOGO (Monts TOGO) et le DAHOMEY (épaisse formation de quartzites) puis s'enfonce sous le Continental Terminal.

Cependant, les affleurements de la chaîne ne sont pas visibles dans le lit du fleuve colmaté de dépôts alluvionnaires récents.

Puis, jusqu'à la frontière de la NIGERIA, la vallée retrouve les grès continentaux et le Crétacé de l'Est-KANDI sous les alluvions de la rive droite.

Indiquons entre KOULOU et SANAFINA la présence sur la rive gauche, en bordure du fleuve, de lambeaux de gneiss émergeant du Continental Terminal, rattachés aux formations du Dahoméen (groupe des gneiss de DJOUGOU).

II - ESQUISSE GEOLOGIQUE des DIFFERENTES PARTIES du BASSIN -

Afin de respecter une certaine unité géographique, nous exposerons l'ensemble des formations géologiques du bassin, y compris, mais plus brièvement, les zones fossiles ou endoréiques.

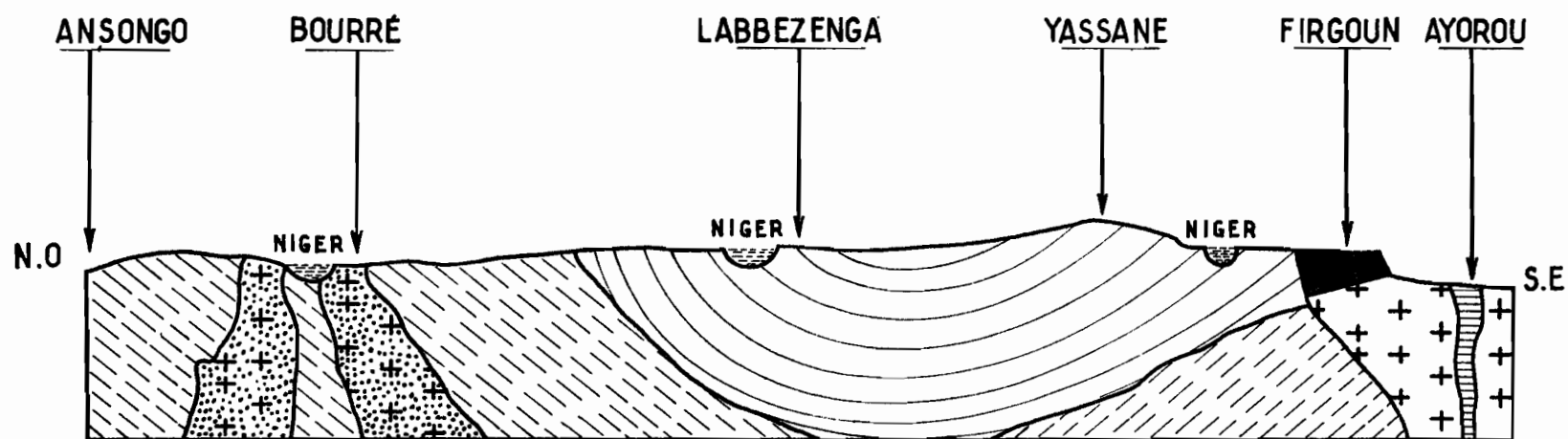
Nous distinguerons :

- Les formations du GOURMA et du BELI (vallée du BELI).
- L'ADRAR des IFORAS (vallée fossile du TILEMSI).
- L'AIR et l'AHAGGAR (vallées fossiles de l'AZA-OUAK).
- Le détroit Soudanais et le Continental (vallées fossiles des DALLOLS).
- Le LIPTAKO (bassin de la SIRBA).
- Le Précambrien du Nord-DAHOMÉY (bassins de la TAPOA, de la MEKROU et de l'ALIBORI).
- Le Crétacé supérieur de l'Est-KANDI (bassin de la SOTA).

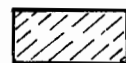
1 - Les formations du GOURMA et du BELI -

Le GOURMA présente l'aspect d'une vaste pénéplaine insérée dans la boucle du NIGER, usée et fortement rabotée à l'Est. Les formations de cette série se succèdent grossièrement d'Ouest en Est et se terminent brutalement sous le

Coupe Géologique ANSONGO-AYOROU recoupant le NIGER NO-SE d'après
M. P. MASCLANIS (Thèse Février 1955)



Gabbros récents.



Série d'ANSONGO.



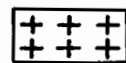
Grès du Béli.



Granites intrusifs de Bourré.



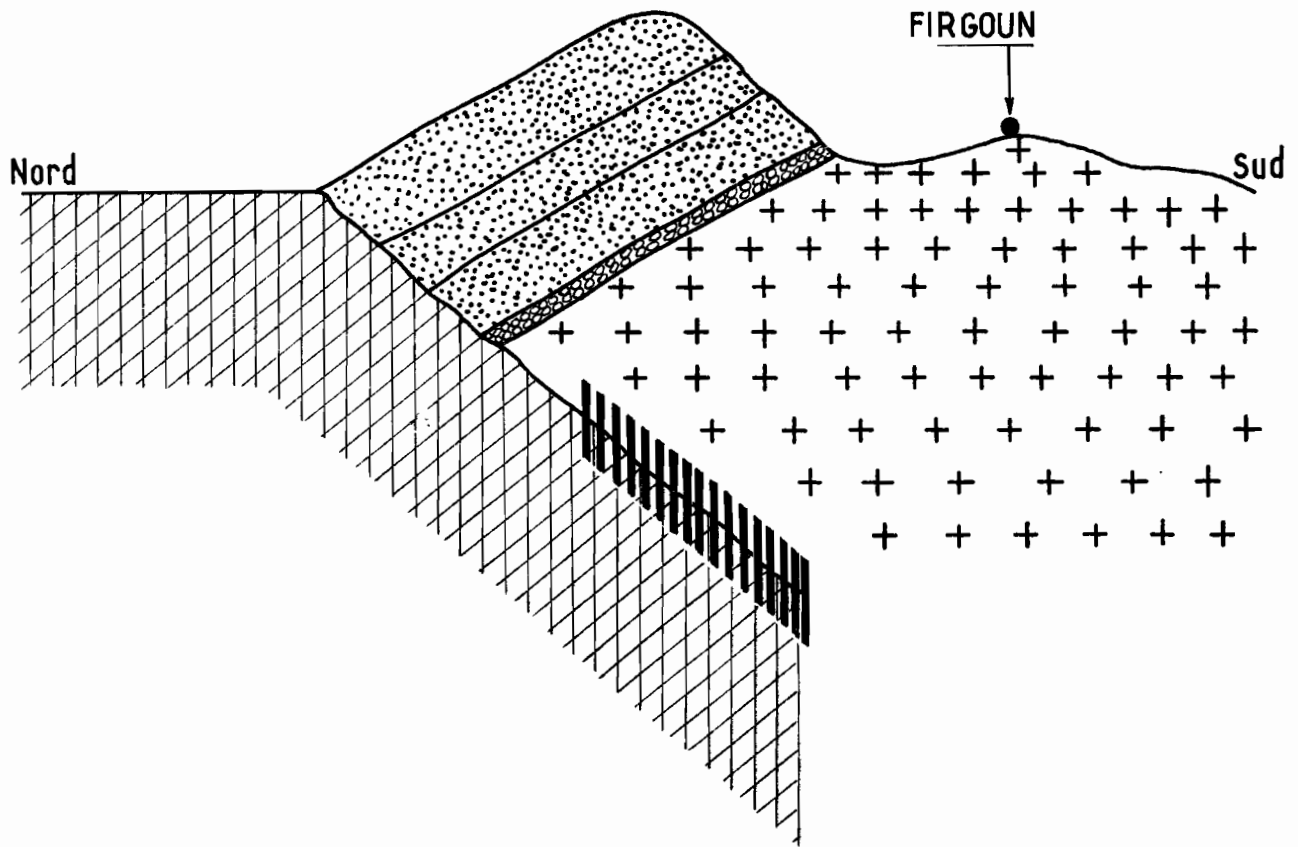
Série de Labbezenga



Granites de Liptako

Coupe Géologique NORD-SUD passant par FIRGOUN d'après

M. P. MASCLANIS (Thèse de février 1955)



+++ Granites du Liptako

Grès du Béli.

Série de Labbézenga

Zone d'écrasement-mylonites


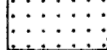


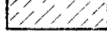

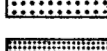

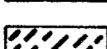

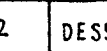
Formation du Buem

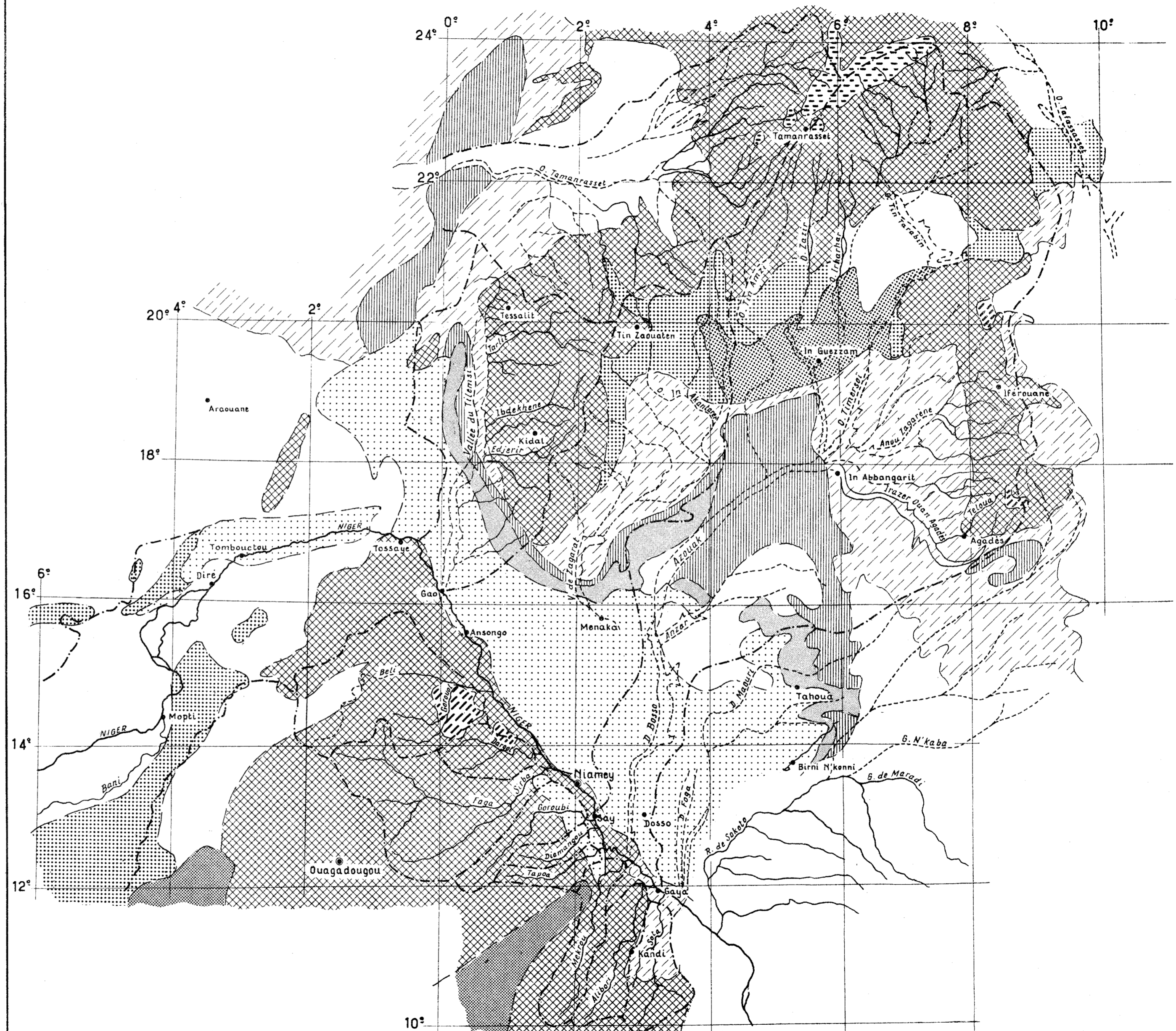
Carte 5

BASSIN DU NIGER MOYEN

Croquis géologique

ÉCHELLE : 1/5 000 000

- | | |
|---|---|
|  | Recouvrements récents |
|  | Continental terminal |
| <u>Bassins sédimentaires</u> | |
|  | Éocène |
|  | Crétacé moyen et supérieur |
|  | Continental intercalaire |
|  | Carbonifère et Devonien |
| <u>Terrains primaires</u> | |
|  | Ordovicien (Silurien au Niger) |
|  | Cambrien |
| <u>Terrains cristallins et Précambrien</u> | |
|  | Précambrien moyen et supérieur
Socle archéen et granites |
|  | Roches ignées basiques |
|  | Roches d'épanchement (basaltes) |



Continental Terminal le long d'une faille en arc partant de l'Ouest de GAO, traversant le NIGER à ANSONGO, s'enfonçant vers l'Est.

Cette fracture est l'amorce de l'immense dislocation du socle précambrien constituant le fossé de GAO, véritable chenal du Détroit Soudanais entre les massifs éruptifs de l'ADRAR des IFORAS et du LIPTAKO Voltaïque.

Par ce détroit furent réunis, du Crétacé à l'Eocène moyens, la mer Nord-Africaine et le Golfe de GUINEE.

C'est à l'Est du GOURMA que nous trouvons les couches les plus anciennes :

- Formations du BELI : grès et grès quartzites, jaspes, phanites.

C'est une auréole arquée très mince (de 1 à 4 km) dissimulant les contacts GOURMA-LIPTAKO, discordante sur le LIPTAKO et aussi, semble-t-il, sur le GOURMA (d'après P. MASCLANIS).

Elle apparaît sous forme de chaînons blanchâtres orientés ONO-ESE.

- Série d'ANSONGO : surtout des quartzites et quelques schistes gréseux.
- Série de LABBEZENGA : surtout des schistes et quelques quartzites carbonatés, tous deux à séricite.

Dans les deux séries précédentes, on rencontre les intrusions granitiques de BOURRE (massif déjà indiqué au Sud d'ANSONGO de part et d'autre du fleuve) en bordure de la faille.

- Série d'YDOUBAN : schistes et quartzites (falaises d'ADIAR) au centre du GOURMA.
- Séries d'IRMA et d'HOMBORI, dans la haute vallée du BELI (schistes argileux violacés et rougeâtres).

2 - L'ADRAR des IFORAS -

Il constitue le haut bassin de la vallée fossile du TILEMSI. C'est un imposant massif érodé de 500 à 600 m. Le socle antécambrien est représenté par les séries Suggariennes (gneiss, cipolins et quartzites) et pharusiennes (schistes, quartzites et conglomérats). L'ensemble est remanié par de nombreux massifs éruptifs granitiques (granites syntectoniques calco-alcalins, rhyolithes et granites alcalins).

En bordure du Détroit Soudanais, le massif est frangé par des dépôts secondaires et tertiaires calcaires marins :

- Du Crétacé à l'Eocène inférieur, ce sont des dépôts marins calcaires très fossilifères (lamellibranches, gastéropodes oursins ...) pendant toute la période où le détroit est ouvert sur l'Océan.
- De l'Eocène inférieur à l'Eocène moyen, ce sont des dépôts lagunaires phosphatés (phosphates du TILEMSI) après isolement de la mer consécutif au basculement du vieux socle Saharien causé par l'ébranlement des plissements Pyrénéens.
- Enfin, à la fin du tertiaire, c'est l'assèchement de la mer intérieure et le retour au climat continental actuel : dépôts de grès et d'argiles du Continental Terminal et mise en place des cuirasses ferrugineuses.

3 - Le Détroit Soudanais -

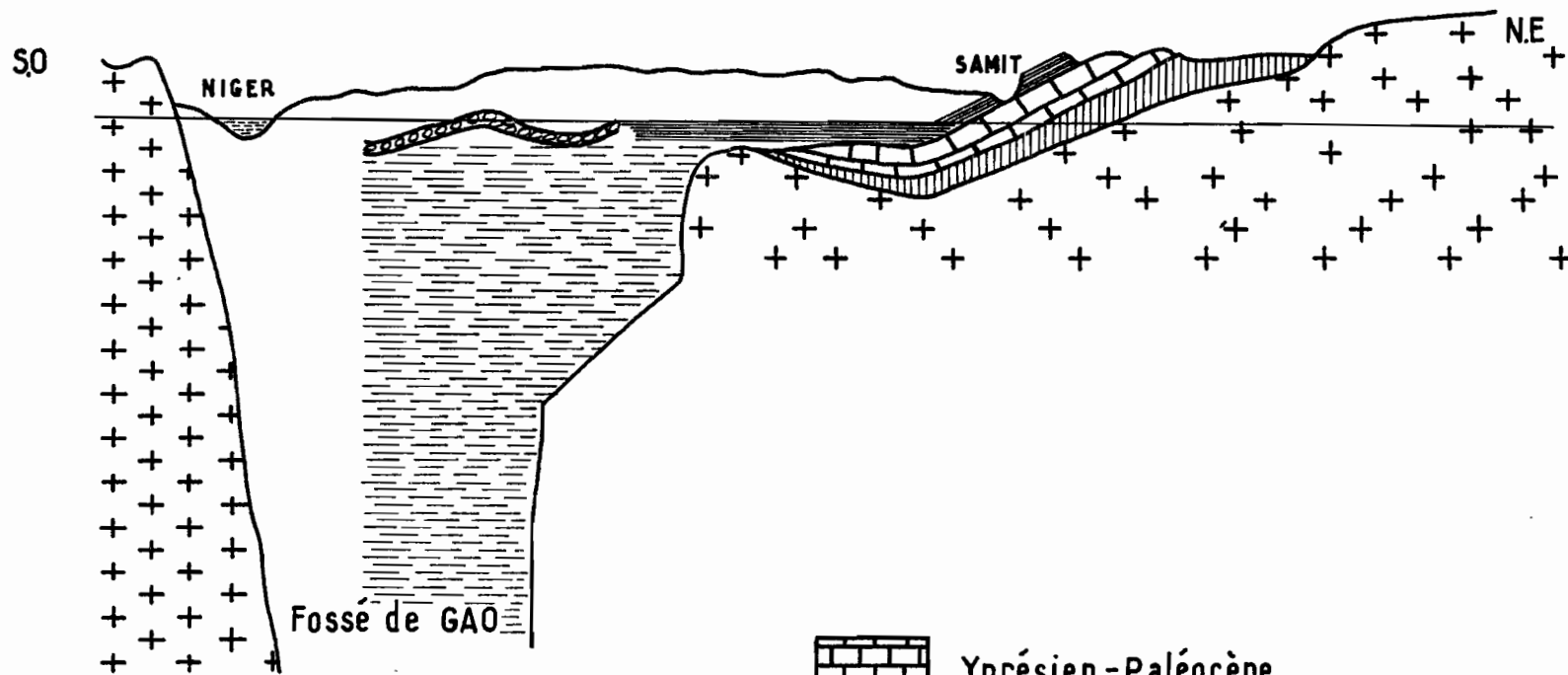
Ainsi que nous l'avons indiqué, le chenal du Détroit Soudanais est marqué par un profond fossé ouvert par faille dans le socle sur une profondeur sans doute de l'ordre de 1000 à 1500 m (reconnaissance gravimétrique).

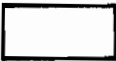


Sous le Continental Terminal, le fossé est comblé par des couches à facies marin du Sénonien jusqu'à l'Eocène moyen.



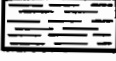
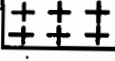
Le détroit Soudanais est un exemple bien connu de correspondance entre le faciès continental en bordure du détroit et le faciès marin à l'aplomb du fossé donnant des

ORSTOM
 A0
 DATE : 2-62
 DESSINE : J Mélaye
 NIG - 71.031

Coupe géologique du DETROIT SOUDANAIS et du FOSSE DE GAO d'après
 M. H. RADIER (Thèse d'Avril 1957)



-  Continental terminal.
-  Conglomérat-Eocène supérieur.
-  Phosphates-Eocène moyen.

-  Yprésien-Paléocène.
-  Crétacé supérieur continental.
-  Crétacé supérieur marin.
-  Socle précambrien.

séries gréseuses ou molassiques riches en glauconie dont le minéral est caractéristique. Ces changements de facies, suivant le caractère marin ou non du dépôt, s'accompagnent de variations de puissance des couches suivant l'éloignement de l'axe du fossé (en particulier, variation continue des schistes phosphatés de l'Eocène moyen dont l'épaisseur est maximale au centre du détroit.

4 - Le Continental Terminal -

Il s'étend en forme de S depuis le Timétrine jusqu'à la NIGERIA entre l'ADRAR et le GOURMA.

A la fin de l'Eocène moyen, les formations marines font place à des dépôts continentaux en passant souvent dans le détroit par un facies d'évaporation (argiles, gypses ou phosphates).

Au Sud, il devrait normalement recouvrir les séries de LABBEZANGA et d'ANSONGO jusqu'au LIPTAKO mais la fracture préexistante d'ANSONGO a dû glisser postérieurement et le Continental Terminal s'est trouvé décapé par érosion.

Vers l'Est, la faille disparaît sous les sédiments et le socle s'enfonçant régulièrement est, lui-même, profondément décomposé et se transforme en une argile riche en quartz.

A MENAKA, sur l'ancienne vallée du ZGARAT (200 km à l'Est d'ANSONGO), le socle se trouve déjà à 250 m de profondeur. Les puissances des couches sont :

- Alluvions sableuses et limons : 10 m.
- Continental Terminal : de 10 à 23 m.
- Eocène et Crétacé : de 23 à 129 m.
- Continental Intercalaire : de 129 à 204 m.

Plus à l'Est, à CHINAZARAM à la limite des affleurements de l'Eocène (disparition du Continental Terminal), un sondage de profondeur comparable s'arrête dans le Crétacé dont le Sénonien atteint une puissance supérieure à 250 m.

L'aspect classique du Continental Terminal comprend, sous la carapace ferrugineuse et les alluvions sableuses :

- Grès terreux rouges ou jaunes.
- Grès siliceux rouges ou séries de dalles de grès ferrugineux à pisolithes.
- Enfin, avant le socle cristallin, des argiles grises et blanches, sableuses, provenant de sa décomposition.

5 - L'AIR et l'AHAGGAR -

L'AIR constitue, avec l'AHAGGAR, le haut bassin de la vallée fossile de l'AZAOUAK.

Ce vaste massif, en grande partie formé de granites anciens précambriens, présente dans l'ensemble des formes assez molles. Toutefois, une série de massifs de jeunes granites approximativement alignés Nord-Sud (TAMGAK, AGALAK, BAGUEZANS et TAROUADJI) donne quelque vigueur à ce relief ; elle constitue les plus hauts sommets qui atteignent l'altitude de 1900 m. D'assez nombreux volcans donnent au paysage un aspect caractéristique.

- Dans la série granitique ancienne, M. RAULAIS fait la distinction: d'une part, entre les granites assimilés aux granites Baoulés, calco-alcalins à biotite et parfois amphibole dans lesquels on rencontre d'énormes filons proéminents de pegmatites ou de micro-granites avec remplissage hydrothermal (quartz) plus tardif et. d'autre part, les granites monzonitiques orientés à biotite (type MANKONO) dont la texture est en général gneissique.
- Dans la série granitique ultime, M. RAULAIS comprend les granites hyperalcalins à riebeckite (qui constituent la plupart des grands massifs) et les granites alcalins à biotite, stannifères (EL MEKI, GUEBAT, Sud TAROUADJI).
- Les roches métamorphiques (orthogneiss non compris) couvrent des surfaces assez réduites dans l'AIR. Il est vraisemblable qu'elles ont recouvert tout le massif, mais l'érosion les a fait disparaître en grande partie. L'aire occupée par les orthogneiss est assez importante.

- L'AIR a été le siège de phénomènes volcaniques nombreux et variés : la plupart des volcans basaltiques ont donné lieu à des coulées de plusieurs kilomètres. Certains massifs sont des extrusions rhyolitiques alcalines (BOUNDAYE, BILETT) ou trachytiques (TODRA). L'état de fraîcheur remarquable des volcans basaltiques permet de supposer qu'ils datent de la fin du tertiaire ou du début du quaternaire.

A l'Ouest du massif de l'AIR, le socle précambrien est recouvert par la couche des grès d'AGADES, elle-même recouverte par les argilites de l'IRHAZER (Continental Intercalaire). La présence d'une bande de grès au contact du socle permet l'alimentation des nappes aquifères de l'Ouest-AIR à partir des ruissellements prenant naissance dans le massif.

L'AHAGGAR forme un puissant massif, géologiquement similaire à celui de l'AIR, constitué de granites et d'extensions volcaniques récentes (phonolites et surtout basaltes).

L'ampleur des Monts de l'AHAGGAR (3000 m) les rend plus majestueux que ceux de l'AIR et les différents cours d'eau qui en drainent le versant Sud prennent naissance à plus de 2000 m d'altitude (oued IGHERGHER à 2500 m dans l'ATAKOR).

6 - Le LIPTAKO -

Cette province géologique, limitée au Nord par les formations du BELI, à l'Est par le NIGER, au Sud-Est et à l'Ouest par les niveaux grés-schisteux cambriens du Nord-TOGO, représente la presque totalité de la HAUTE-VOLTA.

Les arènes granitiques, les éboulis chaotiques de falaises et les reliefs tabulaires cuirassés donnent au paysage monotone l'allure d'une vaste pénéplaine rabotée par l'érosion.

On distingue deux formations essentielles :

A - Le Birrimien (E1, B2 sur la carte géologique)
Il apparaît sous forme de lambeaux parfois importants, orientés Nord-Est Sud-Ouest dans la partie Est de la province. Ce sont, soit des roches vertes amphibolites dérivant souvent de montées doléritiques, et, plus rarement, de schistes amphiboliques interstratifiés dans les précédentes, soit des schistes rouges ou violacés et des

quartzites plus ou moins métamorphisés, traversés de petits filons de quartz.

B - Les granites du LIPTAKO.

Ce sont des granites à migmatites intrusifs dans la série Birrimienne (granites syntectoniques de la carte géologique). Très homogènes en général, leur composition minéralogique varie (biotite, amphibole ou les deux à la fois) suivant les éruptions du magma dont ils sont issus.

Les venues de dolérite sont fréquentes et réparties dans l'ensemble de la province.

7 - Le Précambrien du Nord-Dahomey -

Dans la région qui nous intéresse, ces formations orientées NNE-SSO forment les bassins de la MEKROU et de l'ALIBORI descendant, suivant la même direction générale, du 10^{ème} parallèle jusqu'au NIGER.

On y distingue, dans l'ordre stratigraphique :

a) Le Dahoméen.

Ce sont des formations de gneiss à pyroxène ou à muscovite, les plus anciennes de l'antécambrien du DAHOMEY.

Dans le bassin de l'ALIBORI, par fractures, apparaît une puissante série de migmatites, plus ou moins transformés en mylonites schisteuses et des venues de granites postectoniques intrusifs.

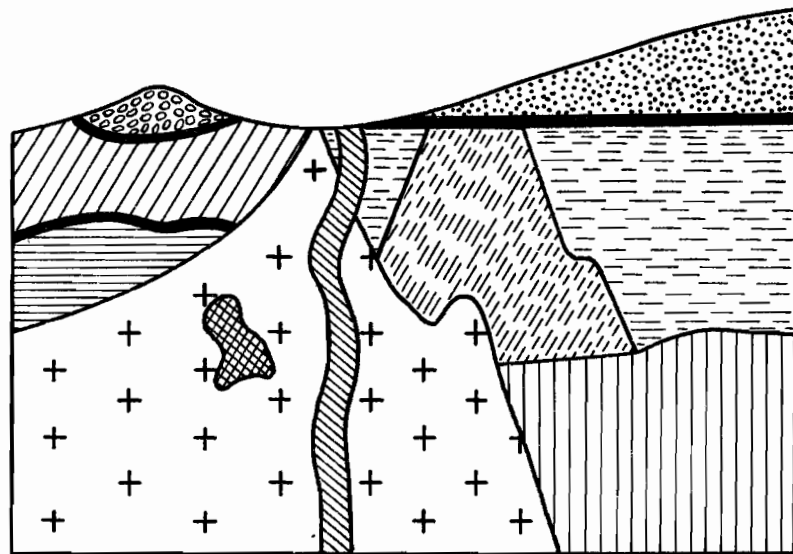
b) L'Atacorien.

La série de l'ATACORA qui forme les monts TOGO et la chaîne du DAHOMEY s'étend à l'Ouest de la précédente et la surmonte en discordance.

Peu représentée dans le bassin du NIGER, elle traverse la vallée de la MEKROU et se poursuit en mince bande jusqu'au fleuve. Elle comprend des quartzites blanchâtres à muscovite litées par de fines couches micacées, et des lentilles de micaschistes serties au milieu des quartzites.

Diagramme des formations géologiques du DAHOMEY

d'après M.ROQUES



e) Le BUEM.

C'est une mince bande parallèle à l'Atacorien et à l'Ouest, formée de grès et de jaspes très siliceux.

Le paysage, au relief assez mou, est constitué de collines dominées à l'Est par la franche falaise (plus d'une centaine de mètres) de l'Atacorien. Le contact entre les deux séries est masqué, mais il semble qu'il y ait discordance puisqu'il existe, plus au Sud, une série intermédiaire : la série de KANDE.

Au Nord-Ouest, le BUEM est en contact avec les argiles et les grès du Voltaïen. Ce contact serait, lui aussi, discordant.

8 - Les grès et argiles sédimentaires de l'OTI (Voltaïen) -

Cette série s'étend entre le LIPTAKO et le BUEM le long de la frontière HAUTE-VOLTA et TOGO et rejoint le fleuve au droit de l'embouchure de la TAPOA.

Les niveaux grésos-schisteux et les argiles de cette série sont considérés comme primaires.

9 - Le Crétacé supérieur de l'Est-KANDI -

Il affleure sur la majeure partie du bassin de la SOTA. Les grès de KANDI sédimentaires recouvrent les gneiss de l'Ouest-KANDI à l'Ouest de la route GAYA-KANDI. Ces formations gréseuses largement cuirassées laissent affleurer des massifs d'embréchites (Groupe de PIRA), qui constituent la haute vallée de la SOTA.

Au Sud (vallée de la TANSINET), nous retrouvons les gneiss à biotite du Dahomeyen et les granites syntectoniques.

CHAPITRE II

ESQUISSE PEDOLOGIQUE (1)

A - Les SOLS de la VALLEE du NIGER de la FRONTIERE du SOUDAN à la FRONTIERE du DAHOMEY -

Le long de la vallée du NIGER, entre ANSONGO et GAYA, on peut distinguer deux zones principales : l'une située au Nord de NIAMEY où la pluviométrie annuelle est de l'ordre de 400 mm ; l'autre s'étendant au Sud de la capitale du NIGER et où la pluviométrie croît régulièrement de 500 à 700 mm.

Ces deux zones se distinguent à la fois par la nature de certains sols alluvionnaires et par l'extension variable des formations dunaires beaucoup plus abondantes dans la partie Sud.

Du point de vue géologique, le socle précambrien affleure sur presque toute la longueur de la vallée sous forme de blocs rocheux et parfois de falaises. La formation la plus importante est constituée par une bande de granite hyperalcalin à riebeckite et aegirine, riche en feldspaths potassiques et sodiques.

En alternance avec les granites, on observe au Nord un massif schisteux de la série de LABBEZANGA et, plus au Sud, des bandes de moindre importance constituées de roches basiques et phylliteuses associées au Birrimien ; la présence de ces roches pouvant être à l'origine de la formation de certaines terres noires des cuvettes alluvionnaires du Sud de NIAMEY.

En bordure de la frontière du DAHOMEY, les schistes du massif Atacorien remontent jusqu'au W Nigérien.

(1) Nous devons ce chapitre à B. DABIN, pédologue, Directeur de recherches à l'O.R.S.T.O.M.

Enfin, les formations sédimentaires du miopliocène sont représentées par un immense plateau gréseux, recouvert d'une cuirasse lateritique ancienne.

I - Au Nord de NIAMEY -

Dans les régions de TILLABERY et FIRGOUN, on observe, entre le plateau gréseux et cuirassé et le fleuve, un assez large glacis peuplé d'une végétation clairsemée d'épineux où les sols appartiennent au groupe des sols bruns steppiques, puis en bordure de la vallée, on rencontre plusieurs bandes de sols alluvionnaires dont la largeur totale ne dépasse pas 1 km.

Les sols sableux exondés appartiennent au grand groupe des sols ferrugineux tropicaux non lessivés, et les autres sols doivent être classés dans les sols hydromorphes avec deux groupes principaux :

- a) Sols hydromorphes minéraux à gley -
- b) Sols hydromorphes jeunes sur matériaux d'apport récent -

Nous donnons ici la description de deux profils caractéristiques :

a) Sols hydromorphes à gley.

- 0-25 cm : Horizon limono-argileux, gris foncé, structure un peu grenue, moyennement compact.
- 25-40 cm : Horizon gris brun, limono-argileux, devenant brun à la base avec quelques taches ocres, structure polyédrique à tendance compacte.
- 40-50 cm : Horizon brun, avec quelques taches ocres, plus argileux, plus compact.
- 50-70 cm : Horizon brun clair, argileux, plastique, avec rares taches ocres.
- 70-90 cm : Horizon gris à taches ocres, argilo-sableux, plastique.
- 90-100 cm : Gris à taches ocres de plus en plus nombreuses, argilo-sableux, plastique.

100-120 cm : Horizon de sable grossier, un peu argileux, grisâtre, constituant le fond de la couche d'alluvions.

b) Sols jeunes sur matériaux d'apport récent.

- 0-20 cm : Horizon gris clair, limoneux, structure un peu grumeleuse, moyennement humifère.
- 20-40 cm : Horizon gris brun, sablo-argileux, assez friable (stru. fondue).
- 40-60 cm : Horizon gris brun, argilo-sableux, peu compact.
- 80-90 cm : Horizon brun grisâtre avec traînées rouille, argileux, compact.
- 60-80 cm : Horizon brun, argileux, compact.
- 90-120 cm : Horizon gris brun à taches rouille, argileux, compact, avec quelques grains de quartz et paillettes de mica.

Dans ces sols, la couche d'alluvion fine ne dépasse pas 120 cm ; au-dessous, on rencontre le souassement de sable grossier.

La végétation naturelle est constituée en majeure partie de graminées et de plantes aquatiques.

Les sols ferrugineux tropicaux présentent le profil suivant :

- 0-30 cm : Horizon beige rosé, très pulvérulent, riche en sable fin.
- 30 cm à 100 cm : Horizon sableux, beige ocre, plus grossier mais possédant une très légère cohésion.

Presque tous ces sols sont cultivés en mil et sorgho, parfois arachide.

Les espèces arbustives dominantes sont :

- Guiera Senegalensis
- Acacia Albida
- Balanites Aegyptiaca.

Le relief est sous forme de petites dunes.

Les sols bruns steppiques présentent un profil très homogène entre 0 et 1 m de profondeur.

0-1 m : Horizon sablo-limoneux, brun clair, structure fondue moyennement compacte, très homogène.

La végétation naturelle est essentiellement constituée :

- d'épineux Acacia Seyal
- " Acacia Tortilis.

Ces sols ont un relief général très plat.

III - Au Sud de NIAMEY -

La large bande de sols bruns steppiques disparaît, et est remplacée, en totalité, par des sols de type ferrugineux tropical peu lessivé ; en certains points, des sols argileux d'anciennes terrasses alluviales non inondées peuvent être classés parmi les sols bruns steppiques.

1) Les sols ferrugineux tropicaux.

Les sols ferrugineux tropicaux présentent deux sous-groupes principaux :

- Les sols beiges qui sont les sols dunaires les plus répandus.
- Les sols ocres qui proviennent généralement de la désagrégation des cuirasses tertiaires, et que l'on rencontre soit sur le sommet soit au pied des falaises.

Enfin, l'érosion des sols beiges donne naissance à des sols beige-ocre voisins des sols ocres.

La description des sols beiges a été donnée ci-dessus ; les sols ocres sont très voisins mais de couleur rouille plus foncée, ils sont légèrement plus argileux (2 à 3% d'argile, sols beiges ; 5 à 10% d'argile, sols ocres).

Les sols beiges sont très pauvres en matière organique et ont un pH voisin de la neutralité, les sols

ocres ne sont pas beaucoup plus humifères, mais peuvent être assez nettement acides.

2) Les sols hydromorphes.

Le long du fleuve, on retrouve plusieurs bandes de sols alluvionnaires mais de nature plus variée que dans la région Nord.

Le lit même du NIGER est constitué surtout par des sols jeunes hydromorphes sur matériaux d'apport récent, avec quelques bancs de sable grossier.

Dans les cuvettes latérales, on observe plusieurs groupes de sols hydromorphes (sous-classes des sols à hydromorphie totale semi-permanente et temporaire).

a) Sols de fond de vallée (sols hydromorphes organiques).

0-90 cm : Horizon homogène de couleur noire, humide, structure finement grumelleuse, richesse en humus élevée et bien répartie dans le profil, texture argilo-limoneuse.

90 cm : Sable grossier argileux, rougeâtre.

Certains de ces sols sont parfois recouverts d'une mince couche blanche de cristaux de gypse.

b) Sols de bordure (sols hydromorphes minéraux à gley). (Sol alluvial de couleur noire).

0-50 cm : Horizon noir avec parfois quelques taches rouille, limono-argileux, structure grumelleuse peu compacte à l'état sec, sol bien pourvu en matière organique qui semble bien répartie dans le profil.

50 à 90 cm : Horizon brun avec quelques tache rouille, structure grumelleuse, texture argilo-limoneuse, sol bien drainé en saison sèche.

90 cm : Horizon sableux, rougeâtre, très légèrement argileux, texture grossière, correspondant à un alluvionnement antérieur.

(Sol alluvial de couleur brune)

- 0-50 cm : Horizon brun à brun gris, avec quelques taches rouille, texture limono-argileuse, structure très compacte, présence de fentes de retrait, matière organique bien répartie.
- 50 cm à 1m : Horizon brun argileux, compact, avec taches rouille beaucoup plus nombreuses.
- 1m : Lit de graviers et galets.

c) Les sols intermédiaires.-

Entre les sols hydromorphes et les sols ferrugineux tropicaux, on rencontre un groupe intermédiaire de sols exondés à texture sablo-limoneuse que l'on peut classer parmi les sols brun rouge steppiques.

B - PROPRIETES GENERALES des SOLS de la VALLEE du NIGER -

Les principaux sols décrits sont :

- Les sols ferrugineux tropicaux non lessivés :
 - sols beiges
 - sols ocres.
- Les sols bruns steppiques et les sols bruns rouges :
 - limono-sableux
 - argilo-limoneux.
- Les sols hydromorphes jeunes sur matériaux et apports récents.
- Les sols hydromorphes organiques.
- Les sols hydromorphes minéraux à gley :
 - sols de couleur brune
 - sols de couleur noire.

Les sols ferrugineux ont souvent un relief dunaire à pente assez forte.

Ces sols sont susceptibles d'absorber rapidement les premières pluies mais ensuite ils peuvent s'engorger,

et le ruissellement est intense avec forte érosion.

Ces sols sont également sensibles à l'érosion éolienne.

Les sols bruns steppiques.

En raison de leur relief plat, ils sont moins sensibles à l'érosion hydrique, en revanche ils peuvent subir une érosion éolienne mais plus faible que les sols ferrugineux.

Ces sols sont peu perméables, s'engorgent aisément.

Les sols hydromorphes organiques.

Ces sols possèdent une bonne perméabilité due à leur excellente structure, ils peuvent se drainer lorsque leur cote topographique n'est pas trop basse.

Les sols hydromorphes à gley (sols bruns) sont, au contraire, compacts et peu perméables, ils se drainent difficilement. Les sols noirs se drainent bien en surface.

Les sols jeunes hydromorphes ont une structure fondue très battante et sont très peu perméables.

On retrouve des types de sols semblables dans le bassin versant, hors de la vallée du NIGER -

- Sols ferrugineux tropicaux et sols bruns steppiques sur les hauteurs et les zones drainées. Le cuirassement des sols ferrugineux est presque total sur les grès de la rive gauche du fleuve.
- Sols hydromorphes dans les vallées et les bas-fonds marécageux.

Un ennoyement éolien plus ou moins prononcé peut être décelé en divers points du bassin.

C H A P I T R E I I I

La VALLEE du NIGER

Le fleuve, à l'Est de TOMBOUCTOU, quitte la zone lacustre et s'engage dans un large sillon dunaire rectiligne, d'axe sensiblement Ouest-Est et dans lequel ses débordements sont circonscrits au lit majeur. Son bassin d'alimentation est pratiquement nul dans cette région subdésertique.

Dans son cours moyen, qui fait l'objet de cette partie de la monographie, c'est-à-dire de TOS AYE à la frontière de NIGERIA (longueur = 900 km), la vallée du NIGER, dont l'orientation générale s'est incurvée suivant l'axe N-O - S-E, présente des aspects différents dus à la diversité de la géologie de son bassin et à l'accroissement de la pluviométrie qui passe de 175 mm en année moyenne à BOUREM à 870 mm à GAYA.

1°) Bief TOSSAYE-ANSONGO (212 km)

TOSSAYE est le terminus extrême oriental de l'ancien lac qui fut, à une époque lointaine, le seul exutoire du NIGER Supérieur ; le socle archéen a été érodé peu à peu et les eaux de la cuvette se sont déversées dans la haute vallée de l'ancien ensemble hydrographique : TILMSI-AZOUAK et le NIGER Inférieur.

Actuellement, au défilé de TOSSAYE, la largeur du fleuve est de 200 à 300 m sur environ 2400 m. Les berges rocheuses ou latéritiques sont hautes et peuvent atteindre 30 m au-dessus de l'étiage.

A l'aval du seuil de TOSSAYE, les alluvions quaternaires déposées par le fleuve reposent sur la série sédimentaire du Continental Terminal et sont limitées sur la rive droite par des terrains précambriens qui forment les falaises du GOURMA. Le GOURMA est, en de nombreux endroits, recouvert de dunes vives, notamment en face de GAO. La vallée du NIGER s'élargit notablement entre les grès de la rive gauche et les quartzites de la rive droite. Le lit mineur divague, aux basses eaux, d'une rive à l'autre, au milieu de nombreuses îles recouvertes de végétation herbacée qui sert de pâture aux troupeaux. Les cultures, presque inexistantes sur les berges, sont exclusivement pratiquées sur les sols alluvionnaires, et plus particulièrement dans les bas-fonds exondés en basses eaux.

Lors des hautes eaux, les chenaux et la quasi-totalité de ces îles sont inondés : le lit majeur a une largeur moyenne de 4 km dans le bief TOSSAYE-ANSONGO ; c'est une des principales caractéristiques de ce bief dans lequel les surfaces mouillées sont de :

- 132 km² pour le lit mineur
- 820 km² pour le lit majeur.

A partir de TOSSAYE (km 0) (1), le NIGER ne reçoit aucun affluent actif. En amont de BOUREM (km 26), on devine, sur la rive gauche, la vallée fossile de l'oued ESSALAOUA dont le lit est obstrué de dépôts éoliens ; il en est de même pour la vallée du TILÉMSI qui conflue avec celle du NIGER immédiatement en amont de GAO (km 110)

De GAO à ANSONGO (km 212), quelques lits d'oueds de faible longueur entaillent la falaise de grès (oued ANDERNAMAN).

Sur ces 212 km de parcours, la navigation est possible durant toute la période de hautes eaux pour des chalands de moyens tonnages ; elle est entravée par les bancs de sable en basses eaux.

(1) TOSSAYE est au km 2060 environ à partir de la source guinéenne.

2°) Bief ANSONGO-NIAMEY (352 km)

A partir d'ANSONGO, le NIGER traverse les formations précambriennes du GOURMA, les affleurements des grès de la série du BELI puis s'engage dans les granites du LIPTAKO. A quelques kilomètres en aval du confluent avec la SIRBA (km 504), le fleuve coule sur des alluvions récentes qui recouvrent le socle.

Dans la traversée de ces diverses formations géologiques, plus ou moins dures, le NIGER ne modifie pas sa direction générale NW-SE ; il utilise les zones de moindre résistance (diaclasses, failles ...) et franchit la majeure partie des barres rocheuses par une succession de rapides :

- FAFA au km 271
- LABBEZANGA au km 321
- AYOROU au km 356.

Le lit mineur s'y étale en une multitude de chenaux très caractéristiques de ces franchissements.

La vallée présente des aspects différents suivant la nature des roches traversées : elle est étroite d'ANSONGO à AYOROU (lit majeur inférieur à 2 km) ; la dernière barre rocheuse franchie à partir d'AYOROU, la vallée s'élargit, les îles et les chenaux redeviennent très nombreux ; on retrouve la morphologie du bief en amont d'ANSONGO jusqu'au confluent du NIGER avec la SIRBA ; ensuite, jusqu'à NIAMEY (km 564) la vallée, d'une largeur inférieure à 2 km, est enserrée dans les grès du Continental Terminal qui surplombent les alluvions quaternaires ; le lit mineur divague d'un bord à l'autre.

La largeur moyenne du lit majeur est pour le bief ANSONGO-NIAMEY d'environ 2 km. Les surfaces mouillées sont de :

- 304 km² pour le lit mineur
- 672 km² pour le lit majeur.

L'accroissement de la pluviométrie entraîne la disparition progressive des zones endoréïques dans les bassins d'alimentation de ce bief ; le NIGER reçoit quelques apports, encore faibles cependant pour influencer le régime du fleuve.

Ceux de la rive gauche sont pratiquement inexistantes : quelques cours d'eau dont la partie active n'excède pas une dizaine de kilomètres.

Sur la rive droite, le GOROUOL, le premier affluent du NIGER depuis le BANI à MOPTI conflue au km 359, en aval d'AYOROU ; puis, ce sont le DARGOL au km 486 et la SIRBA au km 504, dont les confluentés sont situés en amont et en aval de GOTHEYE (km 490).

Les cultures ne se font guère qu'en bordure immédiate du fleuve, et à partir de FIRGOUN dans les zones exondées aux basses eaux. La densité de la population riveraine, très faible d'ANSONGO à FIRGOUN, augmente en fonction de la largeur du lit majeur. Le Service de l'Agriculture a aménagé plusieurs plaines dans lesquelles le contrôle de l'inondation permet une riziculture assez intensive : ce sont les cuvettes de FIRGOUN, DAÏKENA, KOUTOUKALE, qui sont en général d'anciens bras ou méandres du fleuve que le lit mineur a abandonnés lors de ses divagations.

La navigation dans le bief ANSONGO-NIAMEY est une des plus difficiles du NIGER ; les rapides de FAFÀ, LABBE-ZENGUA et AYOROU en sont les principaux obstacles, et bien qu'ils aient été franchis de nombreuses fois en très hautes eaux par des chalands de petit tonnage ou des vedettes à moteur, de faible tirant d'eau, on peut considérer que le bief FAFÀ-AYOROU-MEANA est inexploitable. Seul le tronçon MEANA-TILLABERY-NIAMEY (170 km) est, malgré la présence de nombreux écueils, navigable en hautes eaux.

3°) Bief NIAMEY-MALANVILLE-DOLE (336 km)

De NIAMEY à KIRTACHI (km 666), le NIGER coule sur des alluvions récentes entre les falaises gréseuses du Continental Terminal ; les alluvions, érodées par endroits, laissent apparaître, dans le lit, quelques blocs de granites du socle.

De KIRTACHI à BOUMBA (km 770), c'est la traversée des grès supérieurs du Voltaïen. La vallée est beaucoup plus étroite et les falaises de grès sont imposantes. Dans la région dite du W, le fleuve garde son orientation NW-SE, ou adopte celle de la chaîne de l'ATAKORA qui est SW-NE ; ses coudes brusques dans la traversée de l'extrémité NE de cette chaîne revêtent, en conséquence, l'aspect d'un W.

La traversée du massif de l'ATAKORA présente, à première vue, des emplacements favorables à la construction d'un barrage, notamment au site de GAMBOU où une île rocheuse divise le NIGER en deux bras de faible largeur (75 m et 100 m). Le lit est encaissé et bordé de falaises verticales malheureusement altérées superficiellement (latérites) et présentant diaclases et fissures en assez grand nombre.

A partir de BOUMBA (km 770), jusqu'à la frontière de la NIGERIA (km 900), le lit s'enfonce dans les terrains sédimentaires (Continental Terminal) ; l'importance des dépôts alluvionnaires réduit les affleurements du socle.

La vallée a une largeur moyenne supérieure à 4 km. Sur l'ensemble du bief NIAMEY-MALANVILLE, les surfaces mouillées du NIGER sont de :

- 142 km² pour le lit mineur
- 562 km² pour le lit majeur.

La population riveraine est concentrée sur les alluvions de la vallée du NIGER, où se trouvent les zones de culture et les pâturages, c'est-à-dire de NIAMEY à SAY d'une part et de BOUMBA à MALANVILLE d'autre part, et plus particulièrement dans les principales cuvettes de TENDIFAROU (km 578), KOLO (aménagée par l'Agriculture au km 602), SAY (km 626) puis KOULOU (km 803) et LBARKAÏZE (km 825).

Entre KIRTACHI et BOUMBA, la vallée est resserrée et les zones de cultures inexistantes ; les rares villages rencontrés sont habités par des pêcheurs.

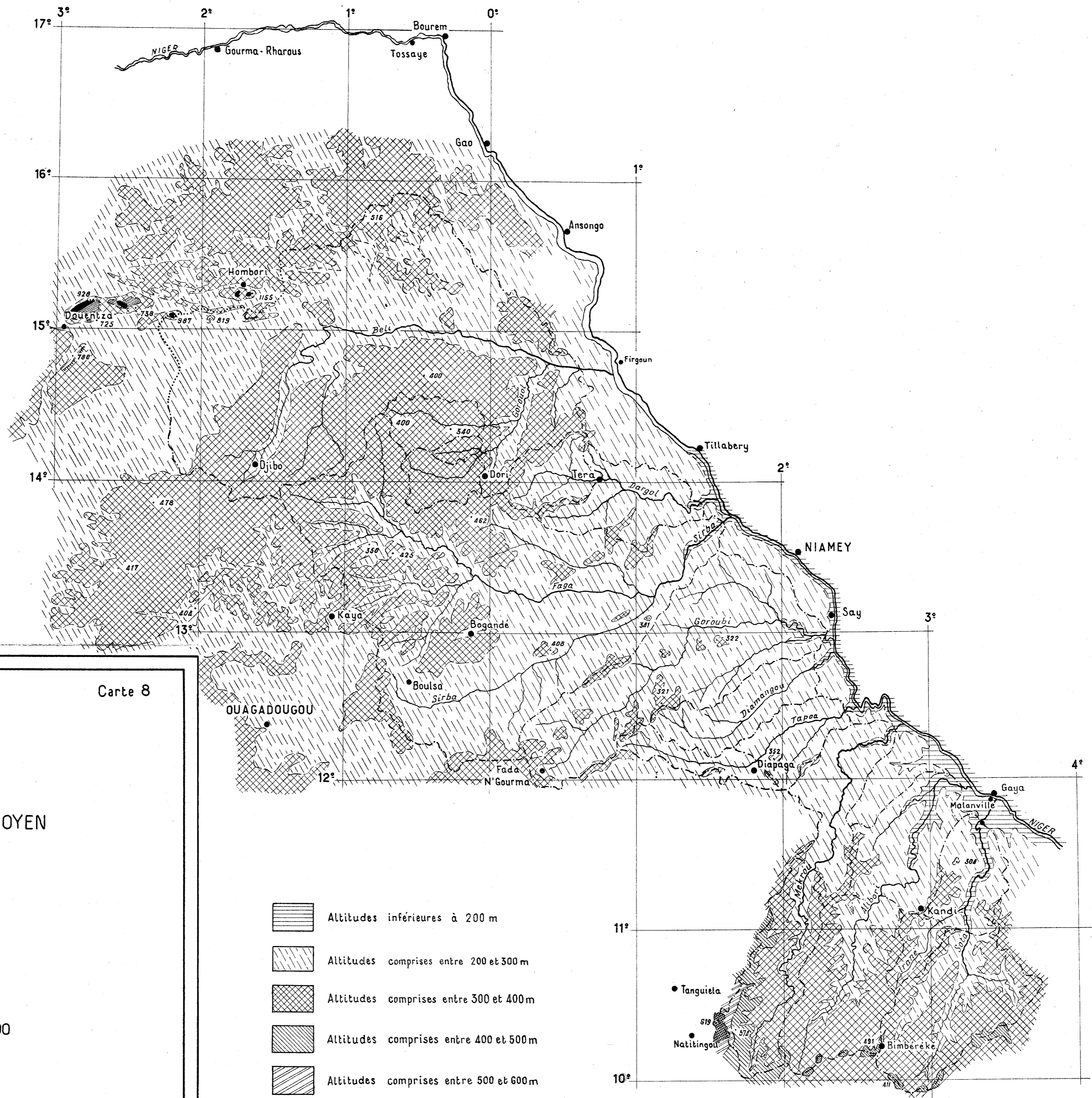
A partir de NIAMEY, le NIGER reçoit de nombreux affluents sur la rive droite ; ceux du groupe voltaïque : le GOROUBI au km 650, le DIAMANGO au km 662 et la TAPOA au km 704 dont le régime passe du sahélien au tropical, ont une influence minime tant sur le débit d'étiage du NIGER

dans le W que sur l'hydrogramme du fleuve en Août.

En aval du W, le NIGER reçoit les trois principaux affluents de son cours moyen, ceux du groupe dahoméen : la MEKROU au km 768, l'ALIBORI au km 847 et la SOTA au km 863; le confluent de cette dernière est immédiatement en aval de la station hydrométrique de MALANVILLE (km 862). Les apports de ces affluents de régime tropical déterminent une première crue du NIGER (en Septembre-Octobre à MALANVILLE) presque aussi importante que la crue tardive du SOUDAN (Février-Mars). Sur la rive gauche du NIGER, citons le DALLOL BOSSO ou vallée fossile de l'AZAOUAK qui conflue à BOUMBA (km 770) et le DALLOL FOGA-MAOURI qui rejoint le NIGER au km 894, en amont de DOLE.

Il s'agit, nous le savons déjà, pour toute la rive gauche d'affluents pratiquement inactifs, dont les apports au NIGER sont nuls ou négligeables.

Le bief NIAMEY-MALANVILLE-DOLE est navigable en hautes eaux même pour les gros chalands.

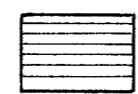
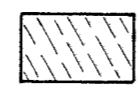






Carte 8

BASSIN DU NIGER MOYEN

Hypsométrie

ÉCHELLE : 1/2 000 000

-  Altitudes inférieures à 200 m
-  Altitudes comprises entre 200 et 300 m
-  Altitudes comprises entre 300 et 400 m
-  Altitudes comprises entre 400 et 500 m
-  Altitudes comprises entre 500 et 600 m
-  Altitudes comprises entre 600 et 900 m
- Altitudes supérieures à 900 m

C H A P I T R E I V

Les AFFLUENTS RIVE DROITE du NIGER

Les affluents de la rive droite du NIGER, dont les bassins sont compris entre le 10^{ème} et le 16^{ème} parallèle Nord, ont par suite de leur position étagée en latitude, des régimes différents : sahélien pur au Nord (GOROUOL et DARGOL), tropical pur au Sud (MEKROU, ALIBORI et SOTA), et toute la gamme intermédiaire au centre (SIRBA, GOROUBI, DIAMANGO et TAPOA).

La limite de chacune de ces zones climatiques n'étant pas nettement définie, nous les classerons en affluents du groupe voltaïque et affluents du groupe dahoméen.

A - AFFLUENTS du GROUPE VOLTAÏQUE -

1°) Le GOROUOL.

Situé entre le 14^{ème} et le 16^{ème} parallèle Nord, le GOROUOL possède le bassin le plus vaste : 45 000 km².

La majeure partie de ce bassin est constituée de terrains cristallins et précambriens : schistes d'YDOUBAN et de LABBEZANGA, grès du BELI, granites du LIPTAKO et dolérites ; une infime partie (le 1/10^{ème} environ) est formée par les terrains sédimentaires du Continental Terminal (à l'Ouest du bassin, dans le prolongement du fossé du GONDO).

Le relief est dans l'ensemble peu apparent ; 90% de la surface est comprise entre 240 m et 320 m d'altitude, l'altitude moyenne étant de 288 m.

Le GOROUOL, dont la longueur totale du cours est de 255 km, reçoit, sur sa rive droite, le GOUDEBO (longueur : 118 km) grossi du FELLEOL (longueur:42 km).

Dans le bassin supérieur du GOROUOL, les lignes de crête des petits bassins qui le constituent sont tantôt des pointements granitiques fortement érodés, tantôt des dunes rapportées. Au pied, s'étendent des plaines sablo-argileuses jonchées de gravillons ferrugineux arrivés en surface après l'action importante d'érosion en nappe des eaux de ruissellement et accessoirement de la reprise éolienne.

Très rapidement, les ravins d'érosions, témoins d'un ruissellement encore assez actif, arrivent dans ces plaines à très faible pente où ils déversent leurs eaux de crue. Cette dégradation du réseau hydrographique apparaît dans les 50 premiers kilomètres carrés. Les lits mineurs sont de petites saignées dans les terrains argileux, saignées d'ailleurs discontinues et qui relient entre elles toute une succession de mares et de dépressions qui constituent l'essentiel du réseau de drainage.

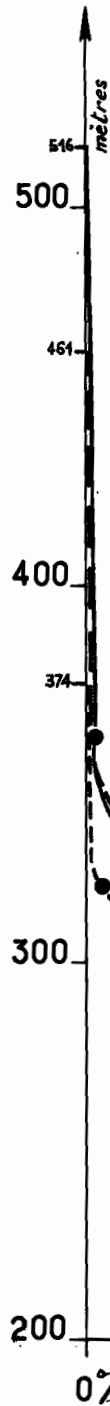
En aval de KORIZIENA, l'envasement du bassin par les sables est très important.

A YATAKALA, le GOROUOL conflue avec le BELI qui coule d'Ouest en Est et au Nord du GOROUOL en limite de la zone subdésertique du GOURMA. C'est pourquoi, bien qu'il présente un bassin correspondant à 80% du bassin total du GOROUOL et un cours long de 420 km en amont de YATAKALA, le BELI est loin d'être un affluent actif du GOROUOL. Son bassin est essentiellement constitué de zones endoréiques et le lit n'est en fait qu'un chapelet de mares, ne communiquant pas toujours entre elles et formant plutôt les points bas de nombreux bassins fermés (dépressions du FETO MARABOULE et de SOUM, mares d'OURSI et de DARKOY).

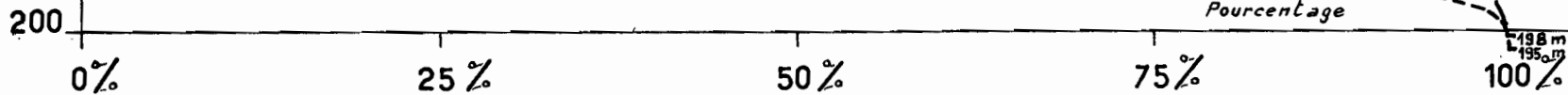
Les écoulements sont très limités et on peut considérer comme très faibles en année humide et nuls en année déficitaire les apports du BELI au GOROUOL.

En aval de YATAKALA, le GOROUOL coule dans un profond sillon dont les bords recouverts de dunes sableuses hautes d'une quarantaine de mètres. La végétation du bassin est très pauvre ; de hautes herbes pendant l'hivernage et quelques arbustes (les acacias dominant) concentrés dans les bas-fonds inondables.

COURBES HYSOMÉTRIQUES DES BASSINS AFFLUENTS DU GROUPE VOLTAÏQUE



	Altitude maximum	Zéro de l'échelle voisin de :	Altitude moyenne
— GOROUOL A	516 m	227 m	288 m
- - - DARGOL A	374 m	198 m	257 m
— SIRBA A	462 m	195 m	287 m
- - - KAKASSI	374 m	198 m	257 m
- - - GARBÉ-KOUROU	462 m	195 m	287 m



Gr-9

ORSTOM

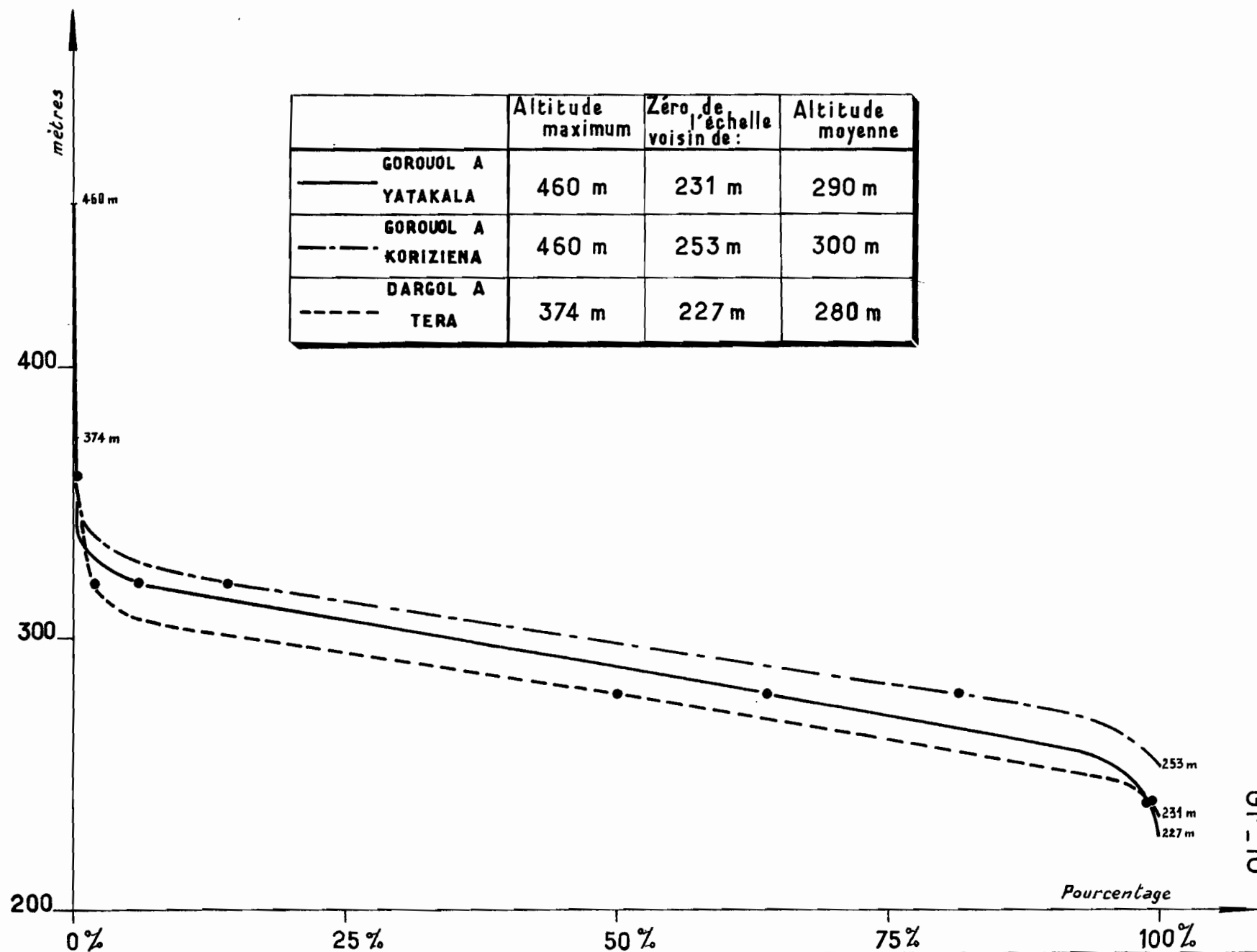
A₀

DATE : 2-62

DESSINÉ : J. Métyer

NIG-71034

COURBES HYSOMÉTRIQUES DES BASSINS AFFLUENTS DU GROUPE VOLTAÏQUE



	Altitude maximum	Zéro de l'échelle voisin de :	Altitude moyenne
— YATAKALA	460 m	231 m	290 m
- · - KORIZIÉNA	460 m	253 m	300 m
- - - DARGOL A	374 m	227 m	280 m
· · · TERA	374 m	227 m	280 m

O R S T O M

A0

DATE : 2-62

DESSINÉ : J. Mélaye

NIG 71035

Gr 10

2°) Le DARGOL.

D'une longueur totale de 212 km, le DARGOL draine un bassin de 7200 km² constitué par les granites du LIPTAKO recouverts partiellement par des terrains précambriens : schistes et roches vertes du Birrimien qui apportent quelque vigueur au relief monotone de la vieille pénéplaine granitique. Les dépôts éoliens sont surtout importants dans le bassin inférieur.

Le relief est un peu plus vigoureux que celui du bassin du GOROUOL, bien que 99% de la superficie totale soient compris entre 200 et 320 m d'altitude.

L'altitude moyenne du bassin est de 257 m.

Le DARGOL, dont le cours est sensiblement orienté Ouest-Est, reçoit un certain nombre de petits affluents dont le principal est le TILIM (longueur : 77 km) qui se jette dans le DARGOL à 20 km en aval de TERA.

Bien que légèrement plus arrosé que le bassin du GOROUOL, celui du DARGOL ne permet pas à son axe principal de drainage d'être un réel cours d'eau ; les mares d'épannage sont encore nombreuses et le volume des apports au NIGER bien inférieur à celui des ruissellements sur le terrain.

3°) La SIRBA.

Très importante par son bassin versant d'une superficie totale de 38 750 km², la SIRBA est le premier affluent depuis MOPTI dont les apports au NIGER ne soient pas négligeables.

Longue de 460 km, elle draine, avec ses nombreux affluents, un bassin qui s'étend jusqu'à la longitude de OUAGADOUGOU et qui, suivant la latitude, subit l'influence des climats sahélien et tropical.

La totalité du bassin est constituée par le socle archéen (granites syntectoniques) recouvert par endroit par les schistes et les roches vertes du Birrimien. C'est une vaste pénéplaine érodée au relief monotone et aux pentes faibles ; 85% de la superficie totale du bassin est à une altitude comprise entre les courbes de niveau 240 et 320 m. L'altitude moyenne est de 287 m.

La végétation est celle d'une savane légèrement boisée avec épineux ; elle n'est vigoureuse que dans les bas-fonds.

La SIRBA ne prend réellement ce nom qu'après la confluence de son bras Sud le KOULOUOKO, qui vient de BOULSA et de son bras Nord, la FAGA ; ce confluent est à 120 km de l'embouchure du NIGER. La FAGA se subdivise en de nombreux sous-affluents : la PENA et la SORGANE au Nord-Ouest forment, en aval de YALOGO, la WANGA qui, devenue la BOULI, reçoit la GOUAYA, le BICHLINORE et le TYANBARO ; sous le nom de YAMANOU, la FAGA reçoit, à l'Est de SEBBA, en rive gauche, le DYELE.

L'endoréisme est encore assez important dans le bassin de la FAGA. Mais les précipitations sont déjà supérieures à 500 mm et les ruissellements non négligeables ont permis aux Services Techniques Voltaïques d'édifier de nombreuses retenues (à YALOGO et TOUGOURI entre autres).

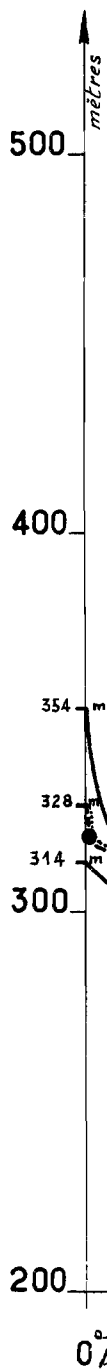
La dégradation hydrographique est encore notable et les pertes par épandage représentent toujours un volume bien supérieur à celui des apports au NIGER.

4°) Le GOROUBI.

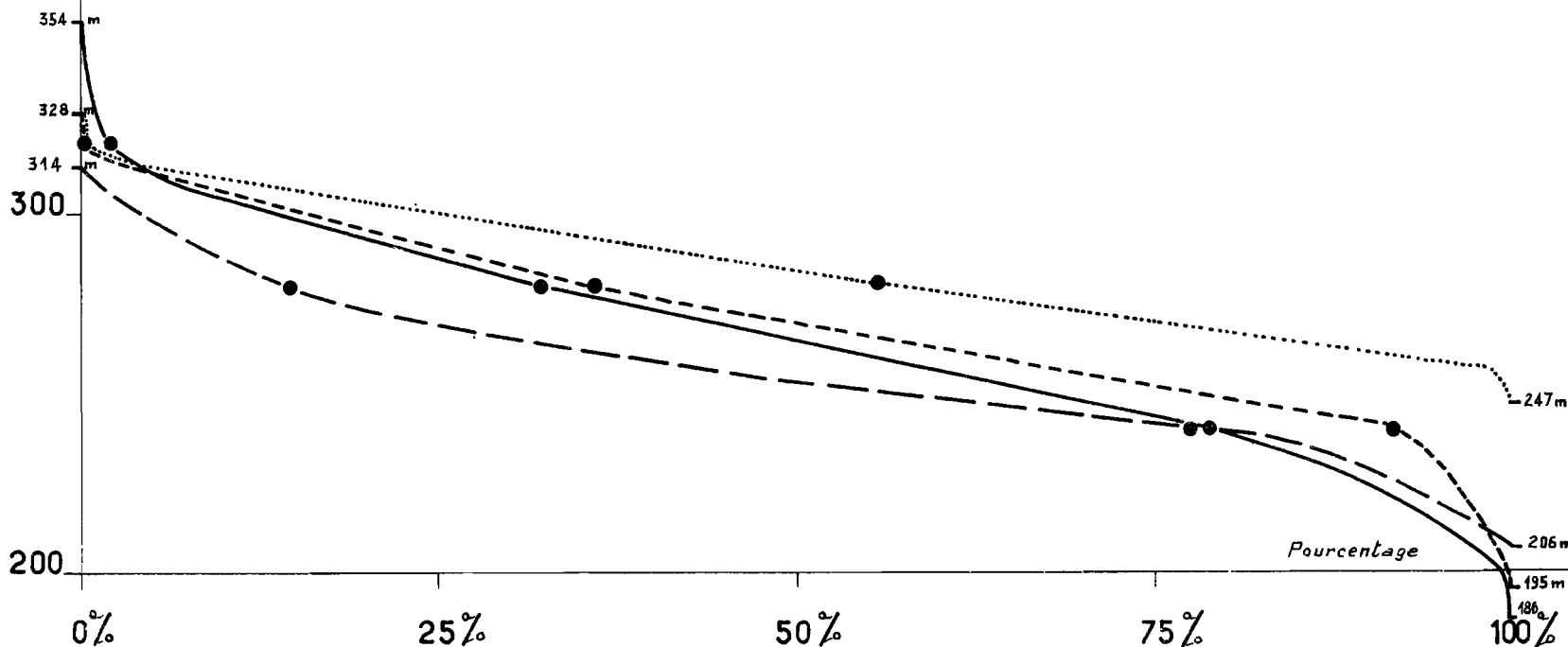
Le GOROUBI draine un bassin de forme allongée, orienté Sud-Ouest - Nord-Est, dont la superficie totale est de 15 500 km².

La constitution géologique de ce bassin est sensiblement la même que pour celui de la SIRBA : granites usés du socle et affleurements de schistes et roches vertes avec, dans le bassin inférieur, un recouvrement par les terrains sédimentaires du Continental Terminal.

COURBES HYSOMÉTRIQUES DES BASSINS AFFLUENTS DU GROUPE VOLTAÏQUE



	Altitude maximum	Zéro de l'échelle voisin de :	Altitude moyenne
— GOROUBI A — SAY.	354 m	186 m	287 m
- - - DIAMANGOU A - - - TAMOU.	314 m	206 m	252 m
- - - TAPOA A - - - AUX GORGES	328 m	195 m	268 m
..... TAPOA A DIAPAGA	328 m	247 m	284 m



ORSTOM

Ao

DATE : 2-62

DESSINÉ : J. Mélaye

NIG-71036

Gr-11

La pente du bassin du GOROUBI est plus forte que celle de la SIRBA : 77% de la surface est entre 240 et 320 m d'altitude ; l'altitude moyenne est de 287 m.

Le GOROUBI prend naissance près de FADA N'GOURMA ; il ne reçoit aucun affluent important jusqu'à LAMORDE-TORODI (km 113 à partir du confluent). Il coule alors dans un sillon creusé dans les terrains sédimentaires, reçoit le DIGUIBARI au km 86, le TYENETYEGAL au km 41 avant de confluer avec le NIGER entre SAY et KIRTACHI.

La longueur totale du GOROUBI est de 433 km.

5°) Le DIAMANGO.

Plus au Sud du GOROUBI, le DIAMANGO possède un bassin dont la forme, l'orientation et la nature géologique sont identiques à celui du GOROUBI.

Les pentes sont toutefois plus faibles.

Ses caractéristiques principales sont les suivantes :

- Superficie du bassin : 4400 km²
- Altitude moyenne du bassin : 252 m
- Longueur du DIAMANGO : 200 km.

6°) La TAPOA.

Dernier affluent voltaïque, la TAPOA, qui conflue avec le NIGER en amont du W, a un bassin de 5500 km². De forme allongée, il est, dans sa partie supérieure, constitué de roches éruptives : granites et dolérites qui, fortement érodés, forment une pénéplaine au relief peu accusé. Celui-ci est plus vigoureux dans le bassin inférieur composé de formations sédimentaires et de grès supérieurs du primaire.

La végétation du bassin est celle d'une savane boisée avec épineux.

Longue de 260 km, la TAPOA n'est dans son cours supérieur et moyen qu'une série de dépressions argileuses.

La pente augmente, à l'aval, dans la traversée des grès. Près du campement de chasse des Eaux et Forêts, à l'entrée de la réserve du W, la TAPOA franchit une chute d'une vingtaine de mètres de hauteur puis rejoint le NIGER au fond d'une gorge étroite et sinueuse, obstruée par d'importants blocs de grès. Le réseau hydrographique du bassin de la TAPOA se limite à l'artère principale, le seul affluent notable étant le BOROFWANOU (longueur 60 km) qui, coulant dans les grès, se jette dans la TAPOA en amont des chutes.

En conclusion, tous les affluents du groupe voltaïque, exception faite du cours inférieur de la TAPOA, ont une structure semblable : bassins plats, endoréisme important, pertes par épandage dominantes sur le drainage, réseau hydrographique dégradé. Toutes ces caractéristiques, très nettes pour le GOROUOL, vont en s'estompant en descendant vers le Sud.

B - AFFLUENTS du GROUPE DAHOMEEN -

Les trois affluents du groupe dahoméen : la MEKROU, l'ALIBORI et la SOTA, présentent des caractéristiques géographiques identiques :

- Relief important.
- Bassin de forme allongée, orienté Sud-Nord, donc bien arrosé dans les zones amont à fort relief.
- En conséquence, la dégradation du réseau hydrographique n'existe plus.

1°) La MEKROU.

Le bassin de la MEKROU, orienté SSW-NNE a une forme très allongée :

- Superficie totale : 10 500 km²
- Longueur moyenne : 285 km
- Largeur moyenne : 37 km.

Le relief est accentué : le haut du bassin fait partie du massif de l'ATAKORA (altitude maximale : 641 m) alors que le confluent avec le NIGER est à une altitude voisine de 173 m.

L'altitude moyenne est de 371 m pour le bassin supérieur (superficie à la station de KOMPONGOU : 5670 km²) et de 320 m pour le bassin total.

Le bassin de la MEKROU est composé, en majeure partie, de terrains précambriens : gneiss à biotite et à muscovite, et orthogneiss dans les bassins supérieurs et moyens, micaschistes et quartzites de la chaîne de l'ATAKORA qui traverse longitudinalement le bassin ; dans le bassin inférieur, on trouve les grès supérieurs et les schistes du primaire.

La végétation est celle d'une savane arborée et arbustive avec une légère galerie forestière dans le cours inférieur de la MEKROU. Le Parc National du W couvre tout le bassin inférieur jusqu'à la route BANIKOARA-KOMPONGOU.

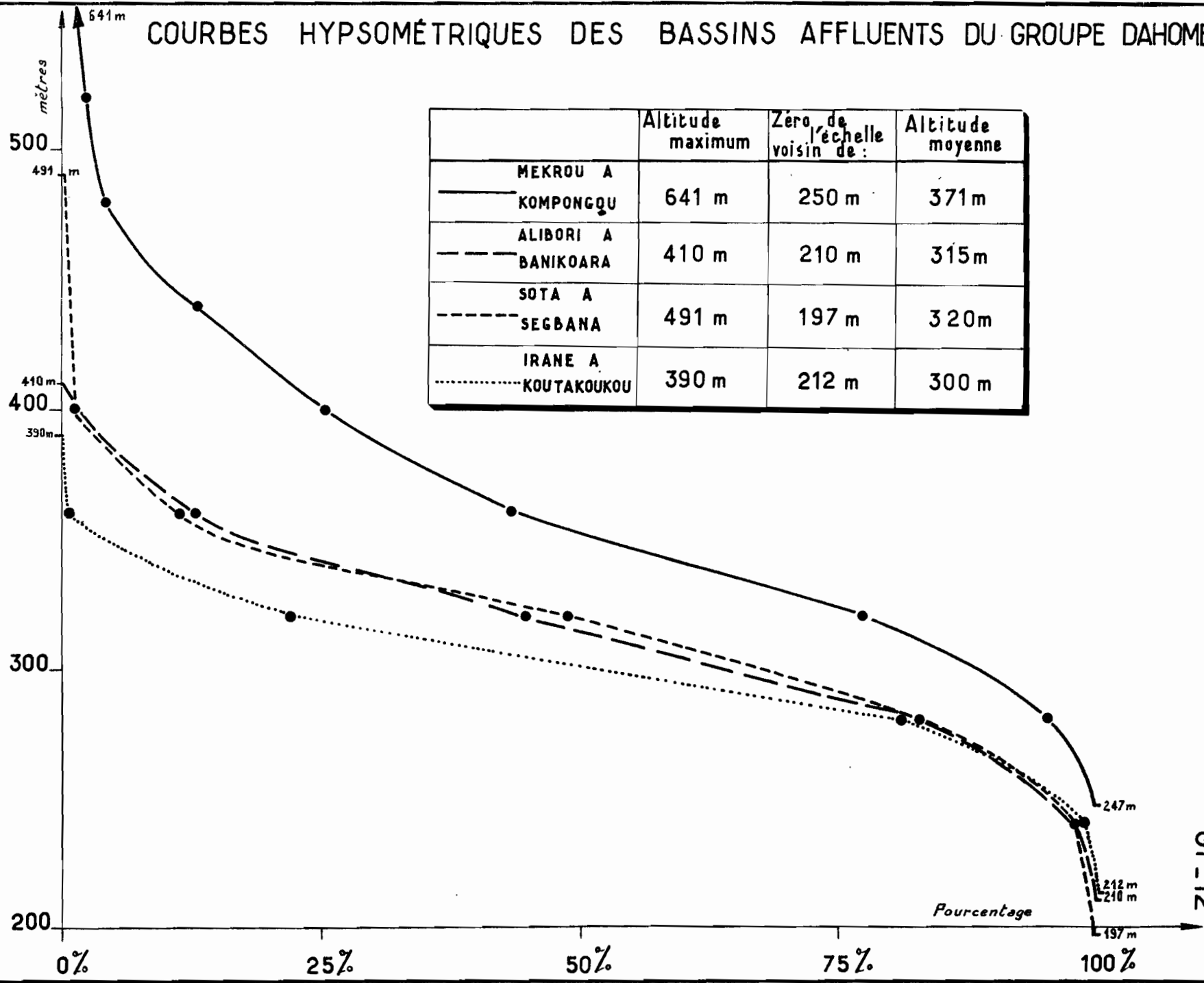
Le réseau hydrographique est très simple : une seule grande artère, longue de 500 km, sans affluent notable, draine le bassin. D'origine structurale, les méandres et coudes brusques sont très nombreux et le lit est souvent encombré de rochers. La traversée de la chaîne de l'ATAKORA perturbe le cours de la MEKROU : les chutes de KOUDOU (km 172), les gorges de DYODYONGA (km 38) et les rapides de BAROU (km 15) en sont les accidents les plus pittoresques.

Aux gorges de DYODYONGA, la MEKROU coule entre des parois verticales de quartzites hautes d'une quarantaine de mètres : site intéressant pour un aménagement hydro-électrique.

2°) L'ALIBORI.

Situé entre les bassins de la MEKROU et de la SOTA, le bassin de l'ALIBORI, dont la superficie totale est de 13 650 km², a la forme d'un quadrilatère de 250 km de longueur et de 55 km de largeur.

COURBES HYSOMÉTRIQUES DES BASSINS AFFLUENTS DU GROUPE DAHOMEY



O R S T O M

A0

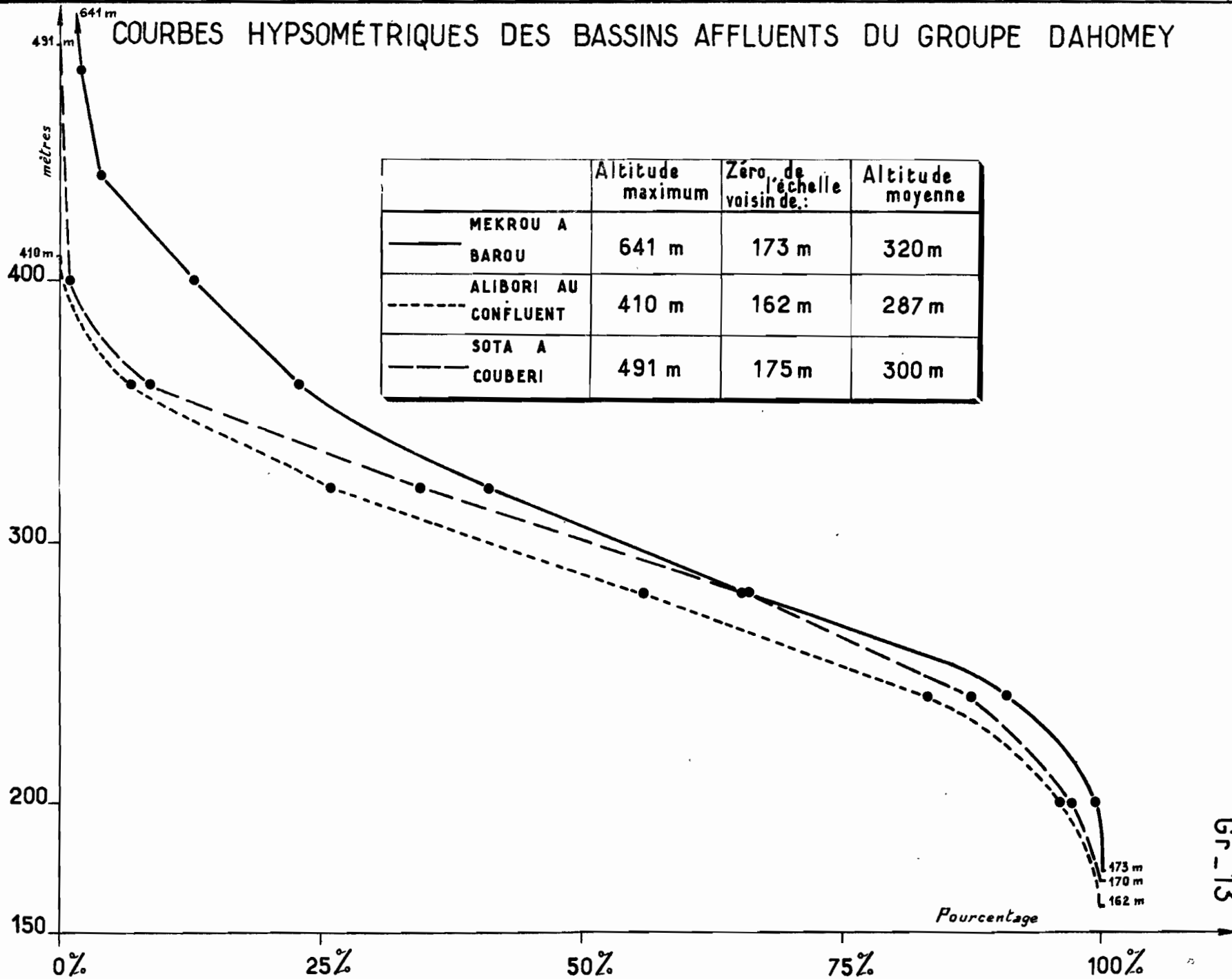
DATE : 2-62

DESSINÉ : J. Méhayer

NIG-71037

Gr-12

COURBES HYSOMÉTRIQUES DES BASSINS AFFLUENTS DU GROUPE DAHOMEY



GRISTON

Ao

DATE: 2-62

DESSINE: J Mélayar

NIG 71038

Gr-13

D'une altitude moyenne de 287 m, il présente un relief moins marqué que celui de la MEKROU qui est traversé par la chaîne de l'ATAKORA.

Le bassin est essentiellement constitué de terrains précambriens gneissiques ; les granites syntectoniques et post-tectoniques affleurent dans le haut bassin ; entre des séries de fractures, orientées Nord-Sud, apparaissent des migmatites. L'ensemble du bassin peut être considéré comme relativement imperméable.

La végétation est celle d'une savane arborée et arbustive ; la forêt humide dégradée borde parfois les lits du haut bassin ; elle devient une belle galerie forestière le long du cours inférieur.

Une forêt classée couvre près de la moitié du bassin supérieur tandis que le Parc National du W, englobant le bassin du PAKO, jouxte partiellement le cours inférieur de l'ALIBORI.

Prenant naissance à 410 m d'altitude environ, l'ALIBORI, long de 408 km, reçoit en rive droite le SOUEDAROU au km 301 (à partir du confluent) et le DAROUWOKA au km 209. Dans son cours moyen, le lit de l'ALIBORI, est coupé par de nombreux rapides. Il reçoit, en rive gauche, les rivières KONEKOGA (km 134) et PAKO (km 51) avant de confluer avec le NIGER en amont de MALANVILLE.

3°) La SOTA.

Limitrophe de la frontière nigérienne, la SOTA draine un bassin de 12 100 km² dont les caractéristiques géologiques sont nettement différentes des bassins affluents amont. Tandis que le bassin supérieur est constitué par les granites du socle recouverts partiellement par les gneiss du Précambrien, les bassins moyens et inférieurs sont formés de terrains sédimentaires (grès de KANDI) fortement cuirassés.

Les altitudes moyennes des bassins sont de :

- 320 m pour le bassin supérieur (surface = 8 250 km²)
- 300 m pour le bassin à COUBERI (surface = 12 020 km²).

La végétation de la SOTA est celle d'une savane arborée et arbustive, assez clairsemée sur les plateaux latéritiques du bassin inférieur. Une étroite galerie forestière borde une partie du cours inférieur.

Plusieurs forêts classées occupent 30% de la surface totale du bassin : celle des 3 rivières, dans le bassin supérieur, est la plus dense et la plus grande (2400 km²). La SOTA (longueur : 284 km) reçoit successivement le SOUAMON en rive droite (km 229) et, en rive gauche, le TASSENE au km 199 (longueur : 126 km), le BOULI au km 165 (longueur : 166 km) et l'IRANE au km 130 (longueur 102 km). En aval de COUBERI (km 30), la SOTA serpente durant 15 km dans les alluvions de la vallée du NIGER avant de confluer avec ce dernier à 1 km en aval de MALANVILLE.

C H A P I T R E V

Les AFFLUENTS FOSSILES RIVE GAUCHE du NIGER

La superficie totale des bassins affluents de la rive gauche du NIGER est estimée à 700 000 km².

Malgré la dégradation des réseaux hydrographiques et l'imprécision des limites des bassins, nous distinguons plusieurs grands systèmes ; ce sont des bassins *théoriques* dans lesquels seuls les cours supérieurs coulent encore quelques jours par an ; il serait illusoire d'en donner leur surface totale et nous nous contenterons de déterminer parfois la superficie du seul bassin actif.

De même, dans cette zone immense, on ne possède pas toujours suffisamment de renseignements pour déterminer l'importance ou même l'existence d'un écoulement exceptionnel, aussi l'inventaire des zones actives de cette rive gauche, que nous essayons de présenter d'une façon la plus complète possible, ne peut prétendre être *exhaustive*.

Nous examinerons :

- Les ruissellements localisés en bordure de la vallée du NIGER.
- Les bassins du TILEMSI et de l'ATANKARER.
- Le bassin de l'AZAOUAK.
- Les "dallols" BOSSO, FOGA et MAOURI.

A - Les RUISSELLEMENTS LOCALISES en BORDURE de la VALLEE du NIGER -

De TOSSAYE à GAYA, la vallée du NIGER présente sensiblement le même aspect : un plateau gréseux recouvert de cuirasse latéritique, plus ou moins noyé sous des dépôts éoliens, qui se termine par une falaise de quelques dizaines de mètres de hauteur. Entre le pied de cette falaise et les sols alluvionnaires de la vallée du fleuve, on rencontre tantôt des sols dunaires, tantôt des sols provenant de la désagrégation des cuirasses.

Le plateau est régulièrement entaillé de vallées d'importance très variable.

Au Nord de NIAMEY, la faible pluviométrie, l'importance des dépôts éoliens et, par suite, l'existence de grandes zones endoréiques, font que les bassins ne sont actifs que dans leur partie inférieure. Si les apports de ces petits cours d'eau dans le NIGER sont insignifiants, il ne faut pas en sous-estimer les caractéristiques hydrologiques dans l'étude d'aménagements locaux. En 1959, par exemple, de forts ruissellements ont causé de nombreux dégâts sur la route NIAMEY-TILLABERY. Auparavant, le périmètre agricole de FIRGOUN avait été dévasté par les violentes crues d'un petit cours d'eau dévalant le plateau latéritique.

Au Sud de NIAMEY, plus particulièrement entre le W et GAYA, où la pluviométrie est forte (800 mm), une étude que nous avons effectuée sur un marigot qui se jette dans le NIGER, à quelques kilomètres au Nord de KOULOU, permet de préciser l'importance des ruissellements locaux.

Le bassin de la rivière YOLDE est de 840 km² environ ; mais nous sommes en présence d'une vallée sèche ou dallol qui n'est que le vestige d'un ancien affluent du NIGER, aujourd'hui réduit à un thalweg évasé dominé par le plateau latéritique gréseux qu'il a entaillé lors de son époque active. Actuellement, les eaux de ruissellement arrivent au thalweg où elles s'infiltrant rapidement ; il n'y a aucun écoulement dans la majeure partie de la vallée et on a pu déterminer que la partie active du bassin était inférieure au 1/10^e du bassin théorique. Dans la partie terminale de la vallée, où les sols sont argileux, on n'observe aucune trace de lit mineur ni de ruissellement caractérisé. Le coefficient

d'écoulement annuel **est** très faible et **inférieur** à 2 ou 3%, pour le bassin réduit.

On peut conclure que, pour les affluents locaux de la rive gauche, les grandes zones endoréïques dues aux dépôts éoliens sur les plateaux latéritiques et la présence d'une falaise gréseuse qui borde le NIGER, font qu'une grande partie des eaux de ruissellement alimentent de petits bassins fermés, s'infiltrent et sont reprises en grande partie par l'évaporation et que très peu de cours d'eau entaillent cette falaise. La superficie totale des bassins actifs est donc très limitée. L'importance volumétrique de leurs apports est négligeable, mais il faut se garder de mésestimer les crues de certains d'entre eux.

B - Les BASSINS du TILEMSI et de l'ATANKARER -

a) Le TILEMSI.

Le bassin du TILEMSI est formé par les nombreux oueds qui drainant d'Est en Ouest le massif montagneux des Iforas, sont "collectés" par la vallée fossile du TILEMSI, orientée Nord-Sud, et qui rejoint le NIGER à GAO.

Bien qu'érodé, l'ADRAR des Iforas forme un massif imposant d'une altitude moyenne d'environ 500 m.

Les vallées, à l'intérieur du massif, sont bien marquées : certaines ont 200 km de longueur (oued IEDEKHENE).

L'ADRAR possède un climat subdésertique ; la pluviométrie interannuelle est de : 80 mm à TESSALIT au Nord et 136 mm à KIDAL au Sud du massif.

De même que pour l'AIR, le versant Ouest du massif est le plus arrosé.

On possède très peu de données sur l'importance des écoulements. DUBIEF estime que le bassin actif du TILEMSI peut être évalué à 60 000 km², c'est-à-dire qu'il serait

constitué par la totalité de la zone montagneuse. Il semble que cette surface soit surestimée ; en effet de mémoire d'homme, le TILMSI n'a jamais coulé. Par analogie avec l'AIR, on peut admettre que, pour les années à pluviométrie excédentaire, les écoulements atteignent la bordure du massif et s'infiltrent dans les plaines d'épandage des zones de confluence des oueds avec le TILMSI. Ces infiltrations participeraient à l'alimentation de la nappe du Continental Terminal.

En longeant le massif du Sud au Nord, d'ANEFIS à TESSALIT, on traverse la plupart des oueds dont la morphologie est plus ou moins celle d'un cours d'eau actif selon le plus ou moins grand éloignement du massif :

- L'oued EDJERIR à ANEFIS (8500 km² environ), qui draine l'ADRAR au Sud et à l'Est de KIDAL, n'est plus qu'une plaine d'épandage de 1 à 2 km de largeur.
- L'IRACHER SADIDENE au bassin allongé draine quelque 2600 km² ; ce n'est plus qu'une grande plaine d'épandage alors qu'à 80 km en amont d'IN TEDEINI (route AGUELHOC-KIDAL), c'était un oued actif de 100 à 120 m de large au lit de sable grossier (bassin de 1400 km²).
- L'IBDEKHENE, l'un des plus grands oueds (9000 km²), n'est plus aussi qu'une large vallée sans trace d'érosion marquée.
- L'oued ELEOUDJ à AGUELHOC (2500 km²) présente un lit de 60 m de large plein de sable grossier. Cette activité est vraisemblablement due à la présence proche (20 à 30 km) de deux massifs importants, les ADRAR TIRARAR et ICHOUALLENE.
- Les oueds MARAT et TARLIT gardent une vigueur comparable à l'ELEOUDJ grâce aussi à l'ADRAR TIRARAR tout proche. Le TARLIT, avec un bassin de quelque 8000 km², semble le plus important de la région.

Plus au Nord, les oueds sont très courts et présentent des lits actifs jusqu'à TESSALIT.

Partout dans l'ADRAR des Iforas (versant Ouest), dès que l'on pénètre dans l'intérieur du massif, les petits ruisseaux présentent une morphologie qui doit refléter l'existence de ruissellements annuels.

Tous les grands oueds cités sont aussi l'objet de crues annuelles dont les eaux iront d'autant plus loin que la pluviométrie sera élevée et que le relief se maintiendra.

L'absence d'observations hydrologiques ne nous permet pas de préciser davantage ces remarques géographiques.

La grande analogie avec le massif de l'AIR, dont l'hydrologie est mieux connue, permet d'y prévoir un régime comparable. (Voir 2^{ème} bassin de l'AIR).

b) L'ATANKARER.

La partie active du bassin de l'ATANKARER est essentiellement formée par les oueds du versant oriental de l'ADRAR des Iforas et ceux originaires du TASSILI OUA'N AHAGGAR occidental. La vallée fossile de l'IN ATANKARER est limitée par l'ADRAR des Iforas à l'Ouest et la vallée de l'IN AZACUAK à l'Est. Elle se perd sous le nom de ZAGARAT dans les dunes et les mares d'hivernage de la région de MENAKA.

DUBIEF estime à 35 000 km² la superficie du bassin actif de l'IN ATANKARER.

La pluviométrie du bassin actif est celle du climat subdésertique : la hauteur moyenne annuelle des pluies à TIN ZAOUATEN est, pour la période 1938 à 1942, de 43 mm, dont 75% sont concentrés en Août et Septembre.

La plupart des écoulements observés proviennent donc des tornades de la mousson soudanaise, bien que quelques écoulements, qui se sont produits en Mai ou début Juin, soient liés à des pluies amenées par des dépressions sahariennes.

DUBIEF signale que les seules observations précises que nous possédons sur les écoulements sont relatives à l'oued TIN ZAOUATEN. Recueillies par des militaires du poste, elles sont limitées aux périodes 1932-1935 et 1940-1942. Durant ces périodes, soit 7 ans, il y a eu 14 écoulements dont 3 en Mai, 5 en Juillet, 3 en Août et 3 en Septembre. La station d'observation de l'Oued TIN ZAOUATEN est située dans le bassin supérieur et il est vraisemblable que

ces écoulements se perdaient rapidement et n'atteignaient pas la vallée de l'ATANKARER.

C - BASSIN de l'IN AZAOUAK -

Cette grande artère, orientée Nord-Sud, draine le versant méridional de l'AHAGGAR et le versant occidental de l'AÏR. Cette vallée fossile se poursuit par le Dalloï BOSSO qui rejoint le NIGER à BOUMBA, en aval du W.

C'est, de loin, le bassin fossile le plus important de la rive gauche du NIGER. La partie active du bassin se limite actuellement aux bassins affluents supérieurs situés dans les massifs de l'AHAGGAR et de l'AÏR.

Nous envisagerons successivement les affluents venant de l'AHAGGAR et ceux de l'AÏR.

La vallée inférieure du Dalloï BOSSO, située dans une zone climatique nettement différente, sera examinée avec les autres Dalloï du Sud du NIGER.

1°) Bassins de l'AHAGGAR.

Toutes les vallées issues de l'AHAGGAR méridional sont sensiblement orientées Nord-Sud et confluent avec l'AZAOUAK à l'Ouest d'IN ABANGARIT.

- a) L'oued TIN AMZI prend sa source dans le massif d'IN TOUNINE vers 1800 m d'altitude. Il descend rapidement les pentes Sud de l'AHAGGAR par une vallée assez large entrecoupée de gorges rocheuses ; après 80 km de parcours, il débouche dans le TANEZROUFT cristallin du Sud-AHAGGAR, qu'il traverse pendant 200 km. Il atteint le TASSILI OUA'N AHAGGAR dans la région d'IN OUDAD, traverse les plaines désertiques du DJADAL et rejoint l'IN AZAOUAK à 120 km à l'Ouest d'IN ABANGARIT (DUBIEF).

La pluviométrie moyenne de son bassin montagneux est faible, moins de 40 mm par an.

Il semble que les écoulements soient assez fréquents dans la haute vallée et qu'exceptionnellement, ceux-ci atteignent la région d'IN OUDAD (crue de Septembre 1951). Le point extrême connu se situerait donc à 300 km environ de la source, le parcours théorique total de l'oued TIN ANZI étant de 700 km.

- b) L'oued ZAZIR prend sa source aux environs de TAMANRASSET (Sud du DEBNAT) et descend de 1400 m à 500 m d'altitude sur un parcours de 274 km, c'est-à-dire jusqu'au puits d'ADMER; il coule ensuite sur la plaine cristalline avant de confluer avec l'oued IGHERGHER.

La pluviométrie est très faible et n'atteint 25 mm par an que dans les bassins affluents supérieurs. Le ZAZIR et ses affluents supérieurs coulent, semble-t-il, une fois par an en moyenne mais les crues atteignent rarement la région du puits d'ADMER comme cela s'est produit en Août 1947 et en Septembre 1951 (DUBIEF).

- c) L'oued IGHERGHER prend naissance dans l'ATAKOR N'AHAGGAR à 2500 m d'altitude; après un parcours montagneux d'une centaine de kilomètres, il débouche dans le TENERE où sa pente devient faible. A partir d'ANOU N'TILOK, il s'étale en de vastes zones d'épandage. De même que pour les oueds TIN ANZI et ZAZIR, seuls les hauts bassins de l'oued IGHERGHER ont une pluviométrie moyenne annuelle de 25 mm environ.

Il y a en moyenne, un écoulement par an dans les affluents du haut bassin.

DUBIEF indique des fortes crues et rapporte les faits suivants :

- L'oued TARHAOUHAOUT coula à plein bord pendant 2 jours en Septembre 1918.
- A FORT-MOTYLINSKI, le TARHAOUHAOUT coula sur 170 m de largeur et 1 m de profondeur lors des crues des 20-28 Août et 16-25 Septembre 1951.

D'après les renseignements touaregs, l'oued IGHERGHER pourrait atteindre exceptionnellement ANOU IN ATEI à 350 km de son origine (DUBIEF).

d) L'oued TIN TARABIN est la réunion de trois cours d'eau le cours supérieur du TIN TARABIN, dont la source est au Nord de TAZEROUK à 2150 m d'altitude, le TAKALOUS qui draine l'ANAHEF et le TADJETTARET issu de l'ANAHEF oriental. La vallée du TIN TARABIN conflue avec celle de l'IN AZAOUA à proximité du puits du même nom et, sous la dénomination de TIMERSOÏ, rejoint l'AZAOUAK. Chacun de ces trois affluents coule assez fréquemment dans leurs parties supérieures mais les écoulements se perdent dans les dunes avant le confluent.

Les cours actifs des oueds TADJETTARET et TAKALOUS sont inférieurs à 50 km, alors qu'un écoulement du TIN TARABIN supérieur a atteint DOB-DOB, à 270 km de sa source (DUBIEF).

2°) Bassins de l'AÏR.

Le massif de l'AÏR, qui s'étend du 17° au 21° de latitude Nord, est le plus méridional des bassins affluents de l'AZAOUAK. Sa forme allongée Nord-Sud et la faible largeur de son versant Ouest (inférieur à 100 km) font que le réseau hydrologique, à l'intérieur du massif, est constitué par une multitude de cours d'eau orientés Est-Ouest (sauf dans la partie Sud), dont les vallées convergent à l'extérieur du massif et forment 4 grands ensembles ; ces collecteurs confluent avec l'AZAOUAK à 200 km à l'Ouest de l'AÏR dans la région d'IN ABANGARIT.

Il est évident qu'un tel massif, à l'orientation perpendiculaire aux isohyètes, est diversement arrosé : la pluviométrie interannuelle varie en effet de 20 mm au Nord à 165 mm au Sud (AGADES) ; les écoulements sont, par suite, très variables pour chacun des 4 grands bassins que nous allons examiner successivement.

a) Bassins situés au Nord du parallèle 19°30'.

Plusieurs vallées : OURARENE, TASOS, ZELINE, drainent les massifs de TARAZIT, ATTEUS, ZELINE et GREBOUN, sur lesquels la pluviométrie annuelle est inférieure à 50 mm.

Nous n'avons observé aucun écoulement en 1959 et 1960 ; toutefois, la fraîcheur des lits et l'abondance des délaissés de crues permettent de supposer que des écoulements se produisent assez fréquemment, surtout dans le massif de TARAZIT. Les parties de ces vallées où se produisent des écoulements sont peu étendues car, dès la sortie des massifs, l'ensablement provoque l'épandage et l'infiltration des écoulements.

- b) Bassins de TECHILI.

La vallée fossile du TECHILI groupe un certain nombre de vallées aux cours plus ou moins actifs qui, après avoir contourné le plateau du TECHILI, au Nord et au Sud, confluent à l'Ouest du puits d'AFASTO.

La pluviométrie interannuelle est comprise entre 60 mm et 120 mm.

- Le KORI d'IFEROUANE draine le massif des TAMGAK dont le sommet culmine à 1800 m. Dans ce massif de jeunes granites, plusieurs écoulements ont lieu chaque année mais ils se perdent rapidement à la sortie du massif. A IFEROUANE, il y eu 4 crues en 1959 et 3 en 1960. La hauteur maximale a été de 0,85 m pour un lit d'une largeur de 55 m.

Le point extrême atteint par l'écoulement se situerait à une quarantaine de kilomètres en aval d'IFEROUANE.

- La plaine de TALAK (TALAK veut dire boue en Tamachek) est une vaste zone d'épandage qui recueille les écoulements des Koris AGUELLOL, AOUDERER et ZILALET. Ce dernier, le plus important (longueur : 140 km et superficie du bassin : 5800 km²), est alimenté par les ruissellements sur le Sud-Est des Monts TAMGAK, le massif de BOUNDAYE, les Monts de FAODET et d'AGARAGUEUR et le Nord du massif d'AGALAK. Le ZILALET est un des plus beaux exemples, dans l'AIR, de dégradation et de régénération successives : c'est une succession de lits de faille à moyenne largeur (10 à 80 m) et de plaines d'épandage.

Les écoulements du ZILALET, très variables, peuvent, suivant la répartition spatiale des averses, n'intéresser qu'une partie du cours.

- L'ANOU MAKAREN et son principal affluent, le KORI TIMIA, drainent le Nord des Monts BAGUEZANS, TODRA et GUISSAT et le Mont AGALAK. La superficie du bassin versant pris à sa sortie du massif de l'AÏR est de 3150 km².

La pluviométrie moyenne est de 125 mm environ.

Par suite de la dégradation de l'artère principale, les écoulements à la sortie du massif sont peu nombreux : de 1 à 3 par an.

- c) Situés au Sud du 18° parallèle et se réunissant à l'Ouest du puits d'OURICHA, tout un ensemble de cours d'eau de moyenne longueur drainent les massifs de GUISSAT, EL MEKI Ouest-TODRA et TILISDEK ; ce sont du Nord au Sud : les Koris ARENAT et GUISSAT, le TAMESSALAK (Koris EL MEKI et AOUDERAS), le TIDINN (Koris GUERMATT et AGANDAOUINE) et le TIZZIGUEUR (Koris AFARAK et TAFADEK).

La superficie totale de ces bassins est de 3200 km²

Le relief est vigoureux, les granites jeunes ou les extensions volcaniques représentent une part importante du bassin.

A mi-parcours, les pentes superficielles sont de : 0,0025 pour le Kori EL MEKI et de 0,0036 pour le Kori GUERMATT.

Les zones d'épandage sont inexistantes jusqu'à la sortie du massif.

Ces conditions, jointes au fait que la pluviométrie est la plus forte de l'AÏR (moyenne entre 150 mm et 175 mm), permettent des écoulements nombreux et violents.

Nous en avons observé plusieurs sur les Koris EL MEKI et GUERMATT ; sur les autres Koris, nous avons retrouvé aisément des délaissés de crues, ce qui a permis de déterminer quelques caractéristiques de ces écoulements.

A EL MEKI (surface : 165 km²) il y eut, en 1960, 9 crues pour une pluviométrie totale de 147 mm. La crue

du 14 Septembre, supposée être de fréquence décennale, a donné un débit de $220 \text{ m}^3/\text{s}$ et a duré 15 h. Les résultats obtenus sont à rapprocher de ceux estimés en 1959 à partir des délaissés d'une très forte crue :

- B.V. d'AGANDAOUINE : $S = 140 \text{ km}^2$
Débit spécifique maximal $q (1959) = 2700 \text{ l/s.km}^2$
- B.V. d'AFARAK : $S = 100 \text{ km}^2$
 $q (1959) = 5000 \text{ l/s.km}^2$
- B.V. d'EL MEKI : $S = 165 \text{ km}^2$
 $q (1960) = 1350 \text{ l/s.km}^2$

Ces chiffres confirment bien le caractère torrentiel de l'écoulement de ces cours d'eau.

- d) Caractérisés par la direction générale de leurs vallées qui varie de NE-SW (Koris TELOUA) à N-S (Koris ATKAKI), les cours d'eau drainant le Sud de l'Aïr sont d'autant plus différents les uns des autres que la pluviométrie annuelle, maximale à l'Ouest (175 mm), n'est plus que de 75 mm à la limite orientale du versant Ouest de l'Aïr.

Du TINTEBORAK au TIN DAOUINE et à l'ABARDAK, tous ces cours d'eau, qui drainent les massifs Sud-BAGUEZANS, Est-TODRA et TAROUADJI, convergent vers une large dépression argileuse (TOROUF) qui longe la falaise de TIDJEDDI. Cette dépression fait place, vers ASSAOUAS à un lit large et bien marqué. C'est également vers ASSAOUAS que se trouve le confluent du TOROUF et de la vallée du TELOUA.

Le Kori TELOUA qui, par ses affluents BEDEÏ, AROUAT et OUADJOU, prend naissance dans le Mont TODRA, présente un lit bien marqué et sans zone d'épandage dans le massif. D'une superficie totale de 1345 km^2 à ALARCES, le bassin est constitué de granites anciens et d'orthogneiss. Dans les dépressions, se sont accumulées les arènes granitiques.

Le relief est, dans l'ensemble, celui d'un massif usé.

La pente moyenne du cours inférieur est de 3,1 m par km.

La pluviométrie est assez forte : 170 mm en 1959, 116 mm en 1960, la pluviométrie interannuelle étant estimée à 150 mm. Les écoulements dans le massif sont très nombreux :

- A la station de RAZELMAMOULNI (S = 1170 km²), le coefficient global d'écoulement a été de 23% en 1959 et 10,4% en 1960. Le débit maximal observé a été de 400 m³/s (22 Août 1959), d'où un débit spécifique maximal de 350 l/s.km².

Les écoulements dans le massif sont amortis par les infiltrations dans les alluvions du Kori ; de faibles crues peuvent être même entièrement absorbées avant d'atteindre la station de RAZELMAMOULNI. A l'extérieur du massif de l'AIR, l'infiltration est encore plus rapide, les alluvions du Kori reposant sur des grès perméables.

En 1960, les coefficients d'écoulement du TELOUA, mesurés à plusieurs stations, furent de :

10,4% à RAZELMAMOULNI (km 86).

6 % à AZEL (km 101).

24 % à AGADES (km 112, soit à quelques kilomètres en dehors du massif).

0 % environ au km 130.

La masse d'eau écoulée : 46 millions de m³ en 1959 et 14 millions de m³ en 1960, loin d'être perdue par évaporation, contribue à l'alimentation de la nappe du Kori et surtout des nappes aquifères des grès d'AGADES (Continental intercalaire).

Il ne semble pas que les crues du TELOUA arrivent jusqu'au TOROUF vers ASSAOUAS.

Les écoulements importants observés en 1958 à la traversée de la route AGADES-IN GALL proviennent certainement des ruissellements locaux (TIDJEDDI).

En aval d'ASSAOUAS, sous le nom d'IRAZER OUA'N AGADES, la vallée du TELOUA-TOROUF vient confluer avec celles du SEKKIRET, de l'ANOU ZAGARENE pour former à partir d'IN ABANGARIT, l'AZAOUAK.

Les écoulements de l'AZAOUAK semblent assez rares. DUBIEF signale qu'en 1946 les Kel-AHAGGAR ont vu couler l'oued au puits d'IN ABANGARIT et même à une vingtaine de kilomètres en aval. D'où provenait cet écoulement ? Vraisemblablement de l'AIR méridional.

D - Les DALLOIS -

Les Dallols, improprement appelés au NIGER des "vallées sèches", sont les vestiges des anciens affluents du NIGER. Les vallées sont larges, évasées et souvent ensablées.

Leurs bassins théoriques, immenses, sont constitués de plateaux gréseux latéritiques en grande partie recouverts de dépôts éoliens et fortement endoréiques.

- Le Dallol BOSSO, qui n'est que le prolongement de la vallée de l'AZAOUAK, s'étire sur plusieurs centaines de kilomètres. Pas de lit marqué, aucun écoulement, les eaux du ruissellement local descendent les pentes de la vallée, tantôt elles s'infiltrent dans le thalweg, tantôt elles forment des mares qui disparaissent à la fin de l'hivernage.

Le Dallol BOSSO rejoint le NIGER en aval du W près du village de BOUMBA.

- Le Dallol MAOURI, à l'Est du Dallol BOSSO, a un bassin théorique qui s'étend jusqu'à la falaise de TIDJEDDI (50 km au Sud d'AGADES) ; mais les différentes vallées qui le drainent : ABALEMMA, KEÏTA, TAKARKARE, sont en **fait** des vallées discontinues, fermées. Les écoulements sont, par suite, très limités.

Le Dallol MAOURI, rejoint par le Dallol FOGA à 20 km au Nord de GAYA, conflue avec le NIGER près de DOLE.

On note dans la vallée inférieure, mieux marquée, quelques écoulements, et tout au moins de nombreuses mares d'hivernage dans certaines desquelles se pratique l'extraction du sel par évaporation.

On ne peut que comparer les caractéristiques hydrologiques des Dallols avec celles du Dallol YOLDE que nous avons étudié (cf ruissellements locaux en bordure de la vallée) où la partie active du bassin est excessivement faible. Par la concentration des eaux ruisselées sur leurs versants, les Dallols sont une source d'eau pour les habitants : eau d'infiltration alimentant les nappes superficielles alluviales. L'infiltration dans les Dallols doit en outre participer, les années d'écoulement abondant, à l'alimentation de la nappe du Continental Terminal.

Bien que ne faisant pas partie du bassin du NIGER Moyen étudié dans le cadre de cette Monographie, nous citerons, pour mémoire, les bassins (situés dans la République du NIGER) de la MAGGIA, de TARKA, des Goulbis de NKABA et de MARADI. Ces bassins sont des affluents théoriques de la RIMA-SOKOTO ; seule, une infime partie des écoulements du Goulbi de MARADI parvient, en année excédentaire, jusqu'à la RIMA, à proximité de SABON-BIRNI. C'est le premier affluent de la rive gauche à présenter un écoulement à peu près continu sur tout son parcours, et ceci seulement en période très humide. On peut comparer ce genre d'écoulement à celui du BELI, premier affluent rive droite.

Les caractéristiques hydrologiques de cette dernière catégorie de cours d'eau :

- 1°) dans leurs parties supérieures actives, sont les mêmes que celles des cours d'eau descendant de l'AIR par exemple, mais avec une abondance supérieure, la pluviométrie avoisinant 500 à 600 mm -
- 2°) dans leurs cours inférieurs où les pentes sont très faibles, sont proches de celles des Dallols : les écoulements d'amont s'épandent et s'infiltrent dans la vallée pour une grande partie.

C H A P I T R E V I

HYDROGEOLOGIE du BASSIN du NIGER MOYEN

L'étude des eaux souterraines en Afrique Occidentale a été faite d'une façon remarquable par J. ARCHAMBAULT. Nous reprendrons ci-dessous les passages ayant trait au bassin du NIGER moyen. Dans un précédent chapitre, nous avons vu que le bassin du NIGER moyen était constitué essentiellement de formations sédimentaires, occupant la majeure partie de la rive gauche, situées entre 3 ensembles de terrains cristallins et précambriens comprenant la rive droite du NIGER, l'ADRAR des Iforas et le massif de l'AÏR.

Les bassins sédimentaires ont pris naissance dans les zones où le vieux bouclier africain et sa couverture primaire se sont affaissés, donnant naissance à des bas-fonds où les dépôts post-primaires se sont accumulés et ont formé les séries du Continental Intercalaire et Terminal.

C'est dans ces séries que l'on trouve les principales nappes aquifères. De plus, le substratum n'ayant été affecté par aucun plissement depuis la fin du précambrien, et les venues éruptives post-primaires ou quaternaires n'ayant pas modifié l'horizontalité des couches, il se trouve que la tectonique est simplifiée et que, ainsi, les nappes aquifères du Continental couvrent des superficies immenses.

1°) Système aquifère des terrains cristallins et précambriens.

La caractéristique principale de ces terrains est l'absence totale de perméabilité en profondeur, aussi n'y a-t-il aucune possibilité de formation de nappe profonde et importante.

Les nappes que l'on rencontre dans ces terrains sont superficielles et locales et non reliées entre elles, sauf peut-être en fin d'hivernage. Elles peuvent être alluviales, provenir de fonds de mares ou de terrains d'altération.

- Les nappes alluviales se forment dans les alluvions récentes des cours d'eau mais comme, en général, les rivières coulent directement sur le substratum rocheux, la puissance des alluvions est très faible.

L'alimentation de ces nappes est fonction de la fréquence et de l'importance des crues. Sur la rive droite du NIGER, les alluvions sont peu perméables et il arrive fréquemment que la nappe tarisse en saison sèche.

Dans les régions granito-gneissiques de l'ADRAR des Iforas et de l'Aïr, la vigueur du réseau hydrographique donne parfois naissance à des formations alluviales perméables que les autochtones connaissent et utilisent au mieux en recherchant, de préférence, les zones où la faible profondeur du bed-rock crée un barrage souterrain ce qui permet de trouver, en amont de ce barrage, la nappe à faible profondeur. Les nappes étant uniquement alimentées par infiltration des crues dans ces alluvions, l'accessibilité et la pérennité de ces nappes dépendent de la pluviosité.

- Les nappes de fonds de mares, souvent pérennes, constituent l'une des ressources en eau fondamentale des zones sahéliennes à substratum cristallin.

L'eau s'accumule, à la saison des pluies, dans les dépressions fermées dont le centre, par suite du dépôt de l'argile en suspension dans l'eau, est imperméable. Sur les bords et au-dessous de ce revêtement argileux, les terrains sont en général sableux et il se forme une nappe fermée dont le niveau statique est nettement inférieur à celui de la mare superficielle.

Les nappes de fonds de mares se rencontrent sur la rive droite du NIGER ; elles sont inexistantes dans l'ADRAR des Iforas et l'Aïr.

- Les nappes des terrains d'altération peuvent être des nappes d'arènes granitiques ou des nappes sous-latéritiques

Dans l'ADRAR des Iforas et l'AIR, les nappes de ce type sont inexistantes.

Sur la rive droite du NIGER, on rencontre un certain nombre ; l'épaisseur des terrains d'altération, très variable, influe notablement sur la durée d'utilisation de ces nappes qui, en général, ne sont pas reliées entre elles.

2°) Système aquifère des bassins sédimentaires.

Les bassins sédimentaires, qui occupent la majeure partie de la rive gauche du NIGER moyen, sont constitués au Nord et en bordure des massifs précambriens, par la série du Continental Intercalaire composée de sables, de graviers, de grès et d'argiles. Cette série forme une nappe aquifère continue dont l'écoulement s'effectue vers le fleuve. Le Continental Intercalaire est recouvert par des horizons de crétacé moyen et supérieur et d'éocène, eux-mêmes recouverts par la série du Continental Terminal (perméable) qui jouxte le socle au Sud-Ouest.

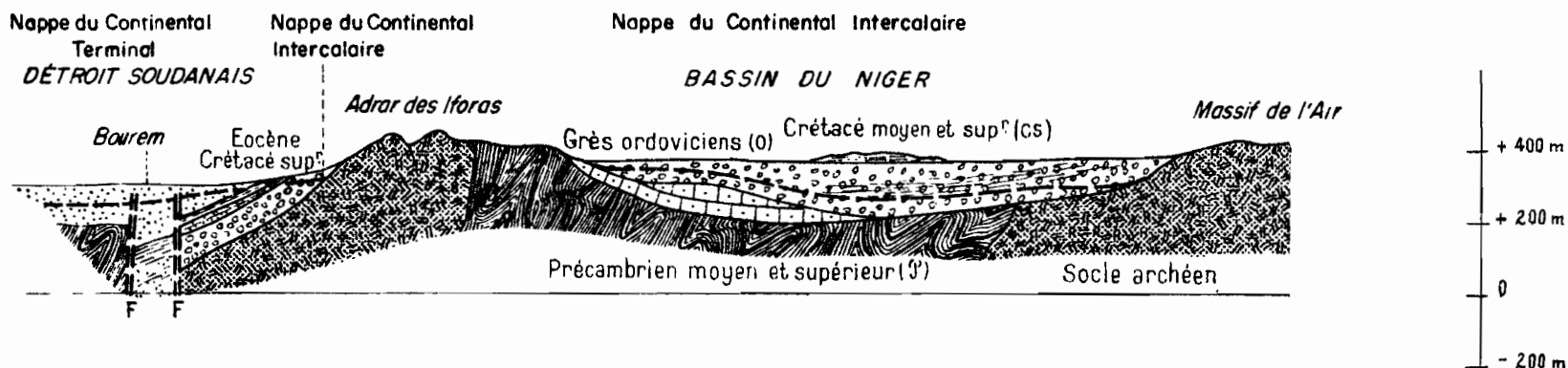
- a) On rencontre toutes ces séries dans le détroit soudanais, compris entre l'ADRAR des Iforas et le massif ancien du GOURMA. La largeur de la nappe libre du Continental Intercalaire est très faible : inférieure à 50 km dans la vallée du TILEMSI, elle est nulle au Sud des Iforas. Le débit des puits est élevé dans la zone où la nappe est captive sous le crétacé. L'alimentation de la nappe se fait à partir des ruissellements sur le massif des Iforas.

Plus au Sud, la nappe continue du Continental Terminal, comprise entre le crétacé et le NIGER, a une largeur moyenne de 100 km. Le niveau hydrostatique est très irrégulier : la profondeur des puits varie de 20 à 40 m près du NIGER et atteint 100 m au Nord de GAO.

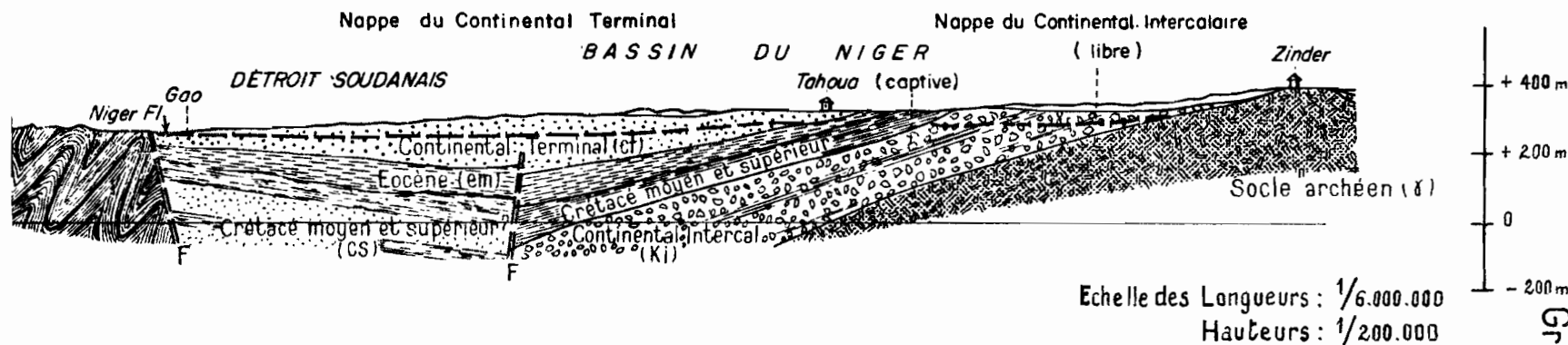
Les eaux du NIGER alimentent la nappe du Continental Terminal, principalement dans le bief BOUREM-GAO. Jusqu'à une trentaine de kilomètres du NIGER, les eaux des puits sont extrêmement douces ; au-delà, leur minéralisation s'accroît.

Coupes géologiques du Bassin du NIGER MOYEN d'après ARCHAMBAULT

Coupe BOUREM - Adrar des Iforas - Aïr -



Coupe GAO - TAHOUA - ZINDER -



NIG-71040

Gr-15

Au voisinage immédiat du fleuve, la nappe du NIGER est susceptible de fournir des débits importants dans les niveaux de sable grossier intercalés dans les alluvions.

- b) A l'Est et au Sud-Est du détroit soudanais, on retrouve toutes les séries sédimentaires sur des distances considérables.

- La série du Continental Intercalaire, très épaisse, comporte dans la région d'AGADES deux horizons perméables (grès d'AGADES et grès du TEGAMA) séparés par une intercalation argileuse partiellement imperméable (argiles gréseux de l'IRHAZER) ; dans la région TAHOUA-ADAR DOUTCHI, les argiles de l'IRHAZER ont disparu et il n'y a plus qu'une seule nappe (Greigert). De nombreux puits, profonds de 30 à 75 m, l'exploitent en position libre à l'Est du 6^{ème} méridien tandis qu'à l'Ouest, la nappe se trouvant sous les argiles du crétacé inférieur, est en position captive et ne peut être exploitée que par des forages en raison de sa grande profondeur (300 m au forage d'AGADEM-BORAREM).

L'alimentation des nappes du Continental Intercalaire se fait depuis les affleurements gréseux situés au contact du socle précambrien à partir des ruissellements prenant naissance dans les massifs. La partie méridionale de l'AIR, comprise entre le 17^{ème} et le 18^{ème} parallèle, dont la pluviométrie moyenne est de 150 mm environ, contribue principalement, par ses écoulements importants, à l'alimentation de la nappe.

L'écoulement à l'intérieur de la nappe s'effectue en direction du NIGER, mais la vitesse moyenne est très faible, quelques mètres par an, et il est évident qu'il faut des dizaines de milliers d'années pour qu'une goutte d'eau infiltrée en bordure du massif de l'AIR parvienne dans l'ADRAR DOUTCHI, par exemple.

- Les nappes de l'éocène et du crétacé qui recouvrent au Sud le Continental Intercalaire semblent stériles ou très peu aquifères : le forage de CHINAZARAN n'a pas atteint la nappe, mais il est possible que le niveau statique soit à une cote très inférieure à celle des zones périphériques et qu'il existe des nappes crétacées en d'autres points du bassin.

- La nappe du Continental Terminal, très importante, est située au-dessus des formations d'éocène et de crétacé. C'est une nappe aquifère continue et libre puisqu'il n'existe pas de niveau imperméable superposé. C'est donc la première nappe que rencontrent les puits des autochtones. Elle s'étend sur la rive gauche du NIGER depuis le fleuve jusqu'à la ligne TAHOUA-MENAKA.

L'alimentation de cette nappe phréatique se fait essentiellement à partir des ruissellements locaux.

La pluviométrie moyenne dans le quadrilatère ANSONGO-MENAKA-TAHOUA-DOSSO varie entre 300 mm et 700 mm ; les bassins sont, en général, fermés et les eaux de ruissellement se concentrent dans les thalwegs où elles s'infiltrèrent, non sans avoir subi des pertes très importantes par évaporation.

C H A P I T R E V I I

PROFIL en LONG du FLEUVE et des AFFLUENTS RIVE DROITE

PENTES SUPERFICIELLES

GENERALITES -

Le NIGER qui n'a pas encore atteint son profil d'équilibre dans la totalité du tronçon TOSSAYE-MALANVILLE, présente des pentes moyennes qui, suivant la nature des terrains traversés, varient de 3 cm/km à 27 cm/km.

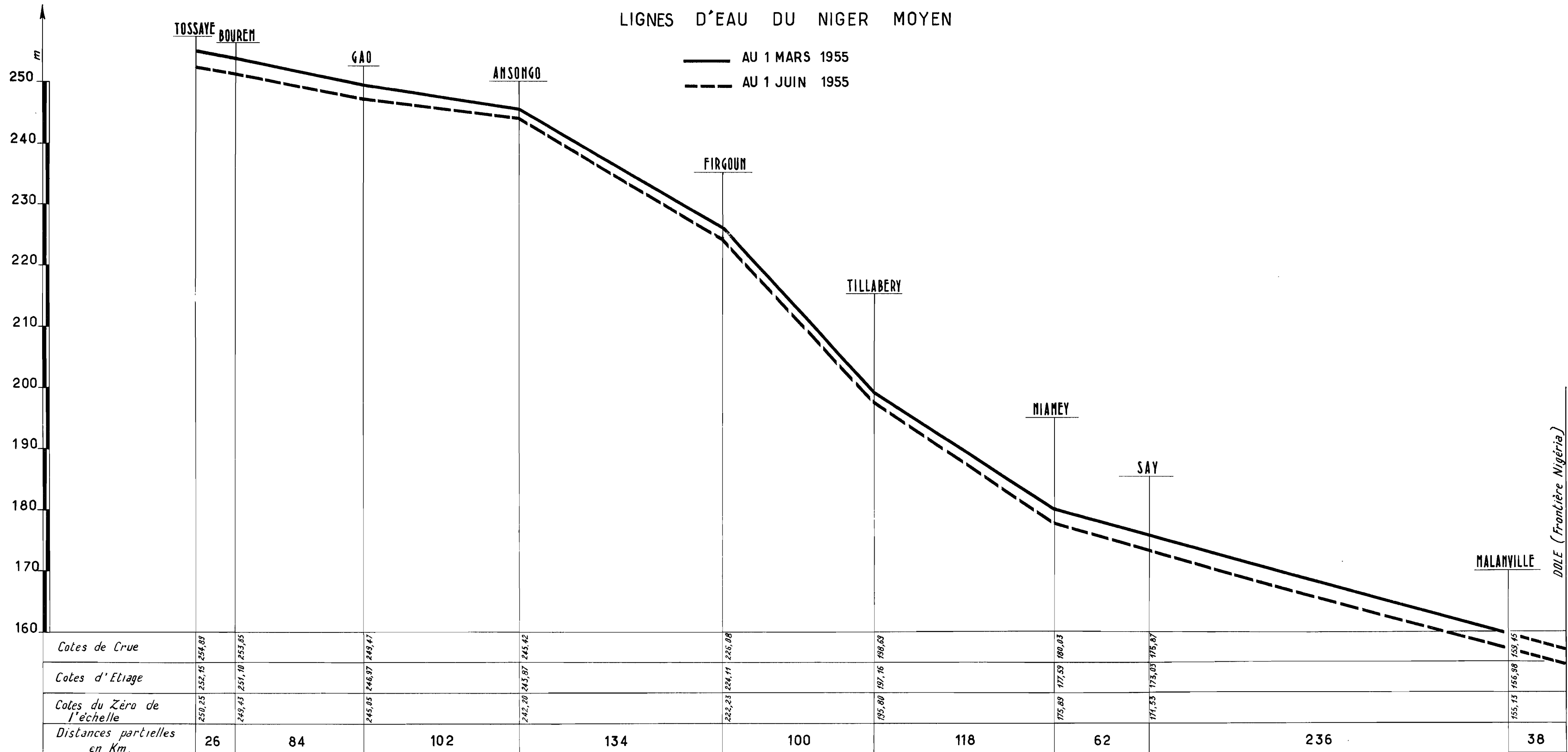
Les variations de pentes superficielles instantanées, représentées sur le graphique N° 16, sont peu élevées : elles sont principalement dues aux différences de marnage entre les stations amont et aval de chaque tronçon considéré.

Les profils des affluents du NIGER, qui figurent sur le graphique N° 17, ont des caractéristiques sensiblement identiques dues à la morphologie de leur bassin : absence de profil en long concave jusqu'à leur confluence avec le NIGER (sauf pour l'ALIBORI et surtout la SOTA) mais plutôt des vallées suspendues qui rejoignent celle du NIGER par des lits à pentes élevées, parfois coupés de chutes ou de rapides.

Cette particularité des affluents sahéliens s'explique par l'histoire du fleuve : la capture du NIGER soudanais à TOSSAYE a modifié complètement les conditions hydrauliques de la vallée jusque vers le W. L'accroissement considérable du débit transitant a provoqué une reprise de l'érosion et un creusement du lit du fleuve : la présence

LIGNES D'EAU DU NIGER MOYEN

— AU 1 MARS 1955
 - - - AU 1 JUIN 1955



des rapides et des chutes dans ce bief atteste de cette érosion toujours active. Les affluents gahéliens, dont les débits sont très faibles, n'ont pu suivre ce processus d'érosion régressive et se trouvent dans des vallées suspendues dont ils descendent en quelques dizaines de kilomètres pour rejoindre la vallée du NIGER.

En aval du W, l'abondance des affluents dahoméens minimise relativement l'apport soudanais et l'érosion n'a presque pas été réactivée par la capture. L'équilibre ancien s'est maintenu, les profils sont concaves.

A - ANALYSE de la PENTE SUPERFICIELLE INSTANTANEE du NIGER -

Tronçon TOSSAYE-BOUREM.

Dans ce bief affecté par le passage du seuil de TOSSAYE, la pente moyenne est faible : 4 cm/km. Sa variation annuelle est infime : de 3,9 à 4,1 cm/km, bien que le marnage à BOUREM soit un peu supérieur à celui de TOSSAYE.

Tronçon BOUREM-GAO.

En aval de BOUREM, la pente moyenne augmente légèrement : 5,1 cm/km.

Les variations annuelles sont faibles : minimale à l'étiage, 4,9 cm/km, la pente croît avec la crue : en Décembre elle est de 5,3 cm/km.

Tronçon GAO-ANSONGO.

A l'extrémité aval de ce tronçon, vers ANSONGO, le lit du NIGER quitte les terrains sédimentaires et rentre dans le cristallin où l'érosion est faible, ce qui explique ce bief a la pente la plus faible du NIGER moyen : environ 3,5 cm/km.

La faible pente superficielle et la différence élevée entre les marnages des stations extrêmes (en 1955 : 3,27 m à GAO et 2,13 m à ANSONGO) expliquent les variations

annuelles de la pente : minimale à l'étiage 3,0 cm/km, elle croît avec la crue pour atteindre 4,0 cm/km fin Février.

Tronçon ANSONGO-FIRGOUN.

Le NIGER, traversant différents facies de roches cristallines entre ANSONGO et FIRGOUN, voit son profil en long perturbé par des barrières rocheuses (rapides de FAFÀ et LABBEZENGA). En l'absence de points d'eau intermédiaires, on ne peut que déterminer, dans ce tronçon, une pente moyenne : 14,6 cm/km.

Entre les rapides, la pente doit être de l'ordre de 4 à 5 cm/km comme dans les biefs voisins ; la pente des rapides est donc plusieurs fois supérieure à la moyenne de 14,6 cm/km.

Les variations annuelles de la pente instantanée sont réduites : celle-ci est de 14,8 cm/km à l'étiage et diminue faiblement avec la crue (14,4 au 1^{er} Mars), conséquence, semble-t-il, du fait que le marnage à la station aval (2,62 m en 1955) est un peu supérieur à celui de la station amont (2,13 m).

Tronçon FIRGOUN-TILLABERY.

Le NIGER, coulant sur les granites du LIPTAKO a, comme dans le bief supérieur, son cours coupé de rapides (AYOROU, FAMELE). La pente moyenne est très forte : 27 cm/km (même remarque que pour le bief précédent en ce qui concerne la disproportion des pentes dans les rapides et des pentes des zones entre rapides).

Les faibles variations annuelles de la pente instantanée sont dues à la différence de marnage entre les 2 stations : en 1955, 2,62 m à FIRGOUN et 2,17 m à TILLABERY, d'où une augmentation de la pente superficielle avec la crue :

- 27,0 cm/km au 1^{er} Juin
- 27,4 cm/km au 1^{er} Mars.

Tronçon TILLABERY-NIAMEY.

La pente moyenne est forte : 16 cm/km. La pente réelle est, cependant, différente : plus élevée de TILLABERY à GOTHEYE où le NIGER coule sur le socle, elle diminue notablement en aval de GOTHEYE, où le lit, creusé dans les terrains sédimentaires, a plus fortement subi les effets de l'érosion régressive. L'absence d'échelle limnimétrique intermédiaire ne permet pas de préciser les pentes partielles.

Le marnage, beaucoup plus élevé à NIAMEY (3,24 m) qu'à TILLABERY (2,17 m), détermine les variations de la pente superficielle ; celle-ci diminue avec la crue. :

- 16,6 cm/km à l'étiage
- 15,8 cm/km aux plus hautes eaux.

Tronçon NIAMEY-SAY.

Le NIGER, qui coule dans les terrains sédimentaires semble avoir atteint son profil d'équilibre dans ce bief, le niveau de base étant constitué par les rapides de BOUSSA, en NIGERIA dont l'amont se situe vers SAKASSI, à 220 km en aval de MALANVILLE.

La pente moyenne est de 7 cm/km et les variations annuelles sont faibles :

- 7,3 cm/km à l'étiage
- 6,7 cm/km aux plus hautes eaux.

A signaler que le marnage à SAY (3,73 m) est plus important que celui de NIAMEY (3,24 m).

Tronçon SAY-MALANVILLE.

De même que pour le tronçon NIAMEY-SAY, le NIGER a atteint son profil d'équilibre entre SAY et MALANVILLE malgré la traversée de la chaîne de l'ATAKORA, dont la seule influence résiderait dans l'augmentation du marnage dans la région du W due au rétrécissement du lit. Le nivellement de la nouvelle échelle limnimétrique du W (près de l'île GAMBOU) permettra de vérifier cette hypothèse. Cependant, il y a vraisemblablement des accroissements de pente dans le W.

La pente moyenne est de 6,7 cm/km.

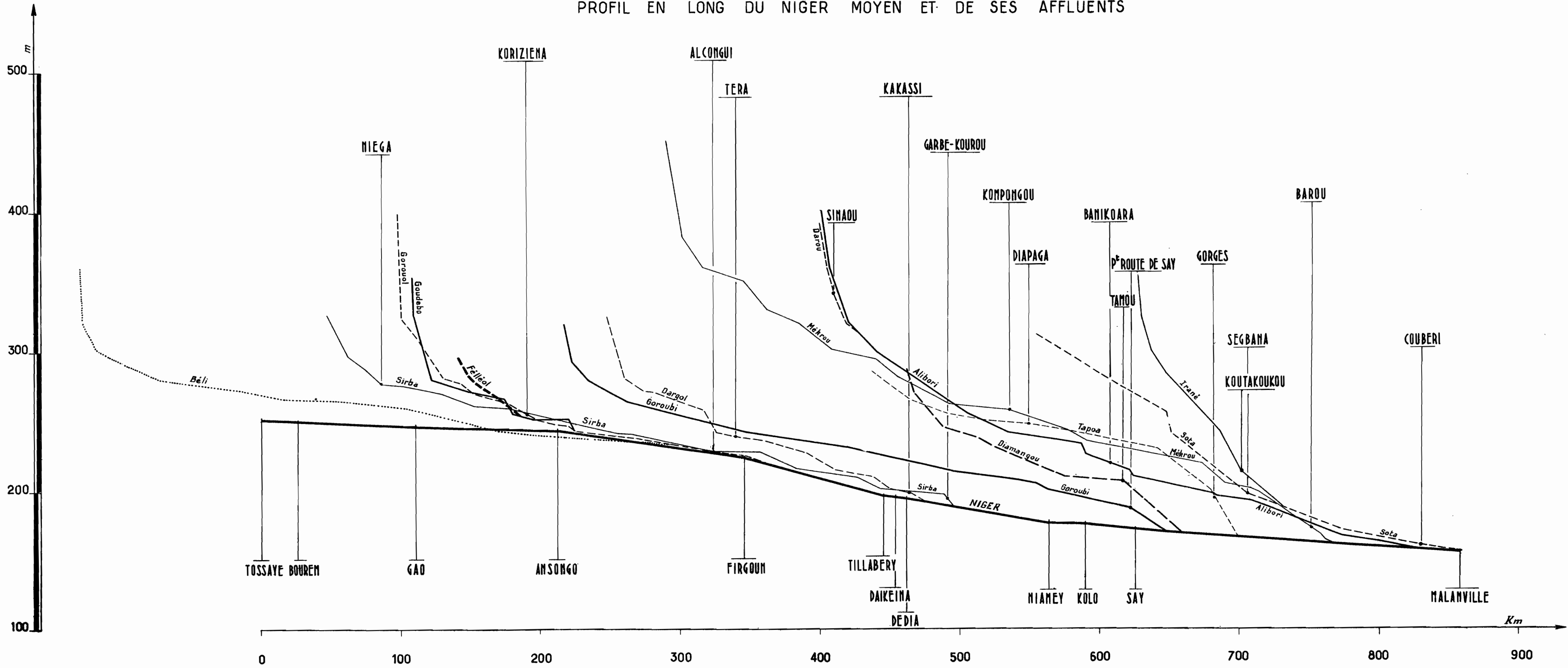
La présence d'une crue d'origine locale (en Septembre) antérieure à la crue soudanaise de Mars, détermine une diminution de la pente superficielle qui, de 6,8 cm/km à l'étia-ge, passe à 6,3 cm/km au 1^{er} Septembre. Au maximum de la crue soudanaise, la pente est de 7 cm/km.

Des variations de pentes saisonnières sont encore plus accusées près de MALANVILLE. Elles sont provoquées par la confluence de la SOTA (1 km en aval).

PENTES SUPERFICIELLES INSTANTANEEES du NIGER MOYEN

Stations	Dist.: cum. en Km	Dist.: part.: en Km	Marnage: en 1955	Pente en cm/km			
				au 1.3. 55	au 1.6.55	au 1.9.55	au 1.12.55
TOSSAYE	0		2,88				
		26		4,00	4,04	3,92	4,12
BOUREM	26		3,35				
		84		5,21	4,92	5,19	5,30
GAO	110		3,27				
		102		3,97	3,04	3,54	3,83
ANSONGO	212		2,13				
		134		14,43	14,75	14,72	14,50
FIRGOUN	346		2,62				
		100		27,39	26,95	27,11	27,36
TILLABERY	446		2,17				
		118		15,81	16,58	16,25	16,00
NIAMEY	564		3,24				
		62		6,71	7,35	7,14	6,92
SAY	626		3,73				
		236		6,96	6,80	6,30	6,88
MALANVILLE	862		3,61				

PROFIL EN LONG DU NIGER MOYEN ET DE SES AFFLUENTS



B - PROFIL en LONG des AFFLUENTS du NIGER -

GOROUOL.

Le GOROUOL a, dans son cours actif, des pentes assez fortes : 65 cm/km pour le GOUDEBO et le FELLEOL ; en amont de YATAKALA, la pente du GOROUOL moyen s'abaisse à 30 cm/km. Le BELI, affluent rive gauche dont le bassin est endoréique, a une pente très faible : 7 cm/km.

En aval de YATAKALA, la pente moyenne est de 18 cm/km.

DARGOL.

La pente du DARGOL est forte dans son cours moyen, 35 cm/km. Elle s'accroît encore dans son cours inférieur, 55 cm/km, par suite de l'encaissement de la vallée du NIGER.

SIRBA.

Le lit supérieur et moyen est constitué par une série de dépressions ; la pente moyenne est faible : 18 cm/km. Elle augmente près du confluent du NIGER : 24 cm/km.

GOROUBI.

La pente du GOROUBI est de 30 cm/km dans le haut bassin, puis de 17 cm/km dans son cours moyen. A partir de LAMORDE-TORODI, le GOROUBI coule dans les terrains sédimentaires, la pente augmente : 25 cm/km.

DIAMANGOU.

Sa pente moyenne, plus élevée que celle du GOROUBI, 27 cm/km, augmente également dans son cours inférieur : 31 cm/km.

TAPOA.

La pente de la TAPOA est très variable suivant la nature des terrains traversés. Très faible en amont de DIA-PAGA, 12 cm/km, elle augmente dans son cours moyen : 21 cm/km pour devenir forte lors de la traversée des grès du primaire 70 cm/km.

Près du campement des Eaux et Forêts, à l'entrée du Parc National du W, la TAPOA franchit une chute d'une vingtaine de mètres.

MEKROU.

La MEKROU a, dans son cours supérieur, une pente forte : 56 cm/km ; des rapides coupent son cours moyen (pente moyenne 26 cm/km).

La traversée de la chaîne de l'ATAKORA provoque, dans son cours inférieur, une augmentation de la pente moyenne qui est alors de 58 cm/km.

ALIBORI.

L'ALIBORI est le premier affluent du NIGER moyen dont le profil en long est concave. La pente, qui est de 60 cm/km dans le cours supérieur, s'abaisse à 28 cm/km environ dans le cours moyen et n'est plus que de 10 cm/km dans les cinquante derniers kilomètres, avant de confluer avec le NIGER.

SOTA.

La SOTA présente un profil en long nettement concave, dû au fait que son bassin moyen et inférieur est constitué de roches sédimentaires dans lesquelles le lit a creusé et atteint vraisemblablement son profil d'équilibre.

Les affluents supérieurs de la SOTA ont des pentes moyennes élevées :

- BOULI : 80 cm/km
- TASSINE : 65 cm/km
- SOTA Supérieure : 120 cm/km
- IRANE : 130 cm/km.

La pente diminue dans le cours moyen : 40 cm/km, elle s'abaisse à 13 cm/km dans la partie aval.

Office de la Recherche Scientifique
et Technique Outre-Mer

MISSION D'ÉTUDES ET D'AMÉNAGEMENT
DU NIGER

MONOGRAPHIE DU NIGER



C - LE NIGER MOYEN

- I bis -

FACTEURS CONDITIONNELS DU RÉGIME
DONNÉES HYDROLOGIQUES

(Suite)

par

P. DUBREUIL
Maître de Recherches
à l'O.R.S.T.O.M.

R. LEFÈVRE
Ingénieur Hydrologue
à l'O.R.S.T.O.M.

MAI 1962



MONOGRAPHIE du NIGER

C - Le NIGER MOYEN

- IBis -

Facteurs Conditionnels du Régime

Données Hydrologiques

par

P. DUBREUIL
Maître de Recherches
à l'O.R.S.T.O.M.

R. LEFEVRE
Ingénieur Hydrologue
à l'O.R.S.T.O.M.

MONOGRAPHIE du NIGER MOYEN

1^{er} Volume



S O M M A I R E

- I -

	Page
<u>PREAMBULE</u> -	1
<u>FACTEURS CONDITIONNELS du REGIME</u>	4
<u>1ère PARTIE - CARACTERISTIQUES GEOGRAPHIQUES PRINCIPALES</u> <u>du BASSIN</u>	
<u>Chapitres -</u>	
I - Géologie	5
II - Pédologie	19
III - Vallée du Fleuve	26
IV - Affluents Rive Droite	32
V - Affluents Fossiles Rive Gauche	41
VI - Hydrogéologie	55
VII - Profil en Long et Pentes Superficielles ..	60
	- IBis -
<u>2ème PARTIE - DONNEES CLIMATOLOGIQUES</u>	
Généralités	68
<u>Chapitre I -</u>	
A - Régime des Vents	70
B - Les Températures	72
C - Hygrométrie	74
D - Evaporation	75

Chapitre II - Pluviométrie

A - Hauteurs Annuelles	78
B - Variations Saisonnières	80
C - Précipitations Journalières	81
D - Irrégularité Interannuelle	83

3ème PARTIE - DONNEES HYDROLOGIQUES

Equipement Hydrologique et Mesures Hydrométriques	84
--	----

Chapitre A - Le NIGER

1 - Station de TOSSAYE	86
2 - Station de BOUREM	88
3 - Station de GAO	89
4 - Station d'ANSONGO	90
5 - Station de FIRGOUN	91
6 - Station de TILLABERY	92
7 - Station de DAÏKENA	94
8 - Station de DEDIA	94
9 - Station de NIAMEY	94
10 - Station de KOLO	97
11 - Station de SAY	98
12 - Station de KOULOU	98
13 - Station de MALANVILLE	99
14 - Station de GAYA	101

Chapitre B - Les Affluents Rive Droite du NIGER

1 - Bassin du GOROUOL	102
2 - Bassin du DARGOL	105
3 - Bassin de la SIRBA	107
4 - Bassin du GORCUBI	110
5 - Bassin du DIAMANGOU	110
6 - Bassin de la TAPOA	111
7 - Bassin de la MEKROU	111
8 - Bassin de l'ALIBORI	113
9 - Bassin de la SOTA	116

2^{ème} PARTIE

DONNEES CLIMATOLOGIQUES

GENERALITES -

Le bassin théorique du NIGER Moyen, compris entre le 10° et le 24° parallèle, est soumis à l'influence de climats variables du Nord au Sud : subdésertique, sahélien et tropical. (Classification des hydrologues. Cf. La Cuvette lacustre - Tome I).

Ces climats sont tous caractérisés par une saison sèche en hiver et une saison des pluies en été, le passage d'une saison à l'autre étant régi par le déplacement de 2 masses d'air : l'"harmattan", sec, venant du SAHARA et la "mousson", humide, qui provient du Golfe de GUINEE.

Le mécanisme de circulation de ces 2 masses d'air a été longuement décrit dans les Monographies du NIGER Supérieur et de la Cuvette lacustre ; nous n'y reviendrons pas.

Rappelons cependant que le Front inter-tropical (FIT), ou trace au sol de la surface de contact des 2 masses d'air humide et sèche, décrit un mouvement oscillatoire du Nord au Sud et inversement ; en conséquence, les caractéristiques de chacun des types de climat, qui sont influencées par le mouvement alternatif du F.I.T., varient du Nord au Sud.

Dans la zone immense, qu'occupe le bassin théorique du NIGER Moyen (900 000 km² environ), les stations climatologiques et les pentes pluviométriques sont diversement réparties ; leur implantation est principalement concentrée dans la vallée du NIGER, les bassins affluents de la rive droite et sur l'axe NIAMEY-ZINDER.

Nous avons adopté 3 stations de référence pour caractériser les climats du bassin :

- GAO pour le subdésertique ou sahélien Nord (1)
- NIAMEY pour le sahélien ou soudanien Nord (1)
- KANDI pour le tropical ou guinéen Nord (1)

Nous traiterons brièvement de l'évaporation et de ses facteurs conditionnels, avant de nous étendre plus longuement sur le régime des précipitations.

(1) Définition correspondante des climats dans la classification des climatologues.

C H A P I T R E I

VENTS, TEMPERATURE, HYGROMETRIE, EVAPORATION

A - REGIME des VENTS -

Bien que le bassin du NIGER Moyen soit très étendu en latitude, le régime des vents y est analogue à celui de la cuvette lacustre : l'harmattan, vent sec, soufflant du secteur Nord-Est ou Est, est dominant en saison sèche ; la mousson, vent humide du secteur Sud-Ouest ou Sud, domine pendant la saison des pluies.

Pour chacune des 3 stations principales, également réparties en latitude dans le bassin réduit du NIGER Moyen : GAO, NIAMEY et KANDI, nous avons estimé la fréquence des directions des vents à partir de la somme des observations pour chacune des 8 directions principales, après répartition proportionnelle des directions intermédiaires.

De même que pour le NIGER Supérieur et la cuvette lacustre, nous avons ramené la saison sèche et l'hivernage à 2 périodes de 6 mois ; c'est-à-dire de Novembre 1954 à Avril 1955 pour la première et de Mai 1955 à Octobre 1955 pour la seconde.

Les graphiques ci-contre présentent une certaine analogie entre eux quant à la direction de fréquence maximale : Nord-Est pour GAO et NIAMEY et Est pour KANDI pendant la saison sèche ; Sud-Ouest pendant l'hivernage pour les 3 stations.

Ce sont bien les directions caractéristiques de l'harmattan et de la mousson.

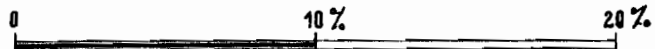
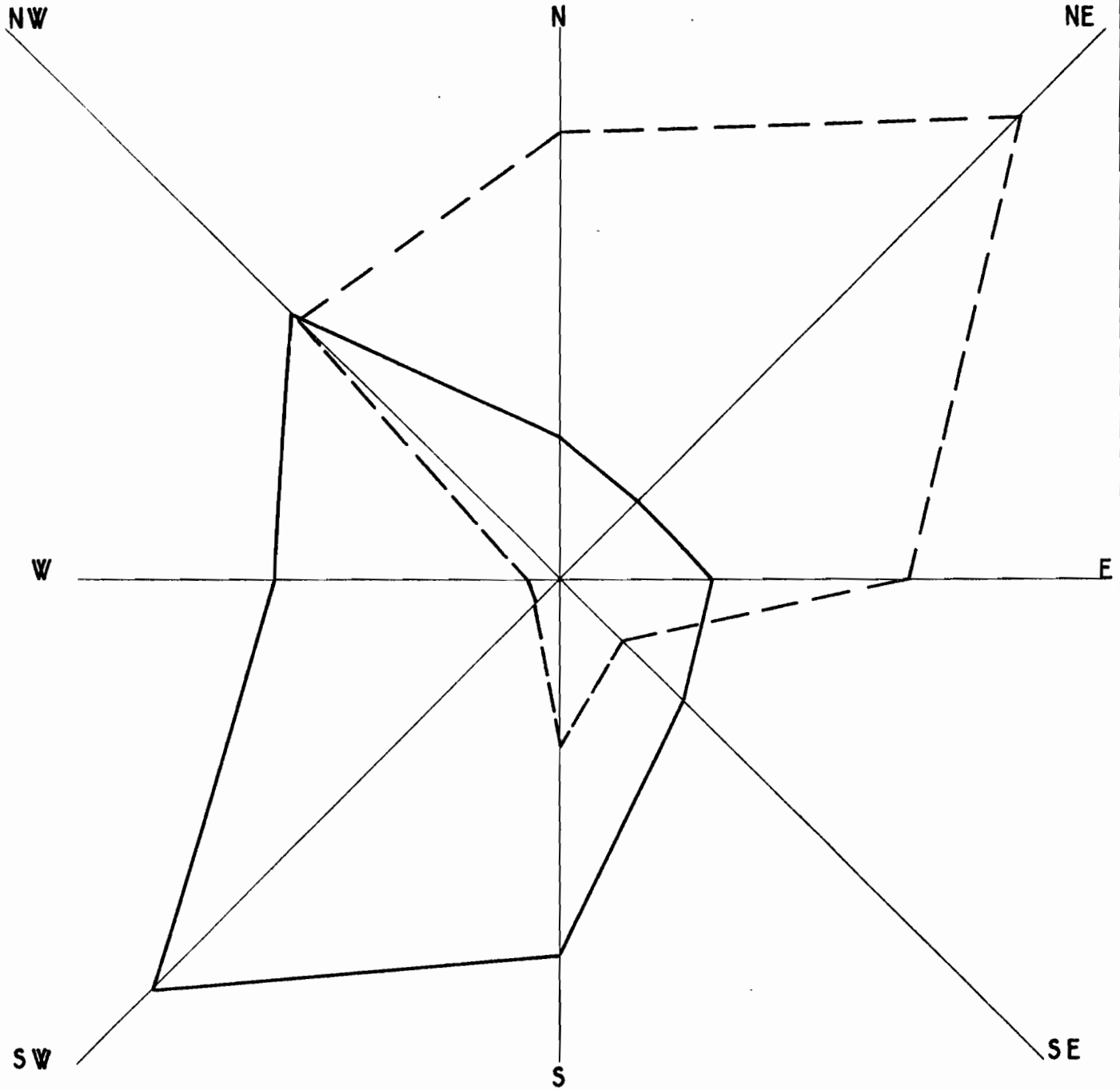
FRÉQUENCE DES DIRECTIONS DES VENTS

Gr.18

GAO

----- Saison sèche : NOVEMBRE 1954 - AVRIL 1955

———— Saison humide : MAI - OCTOBRE 1955

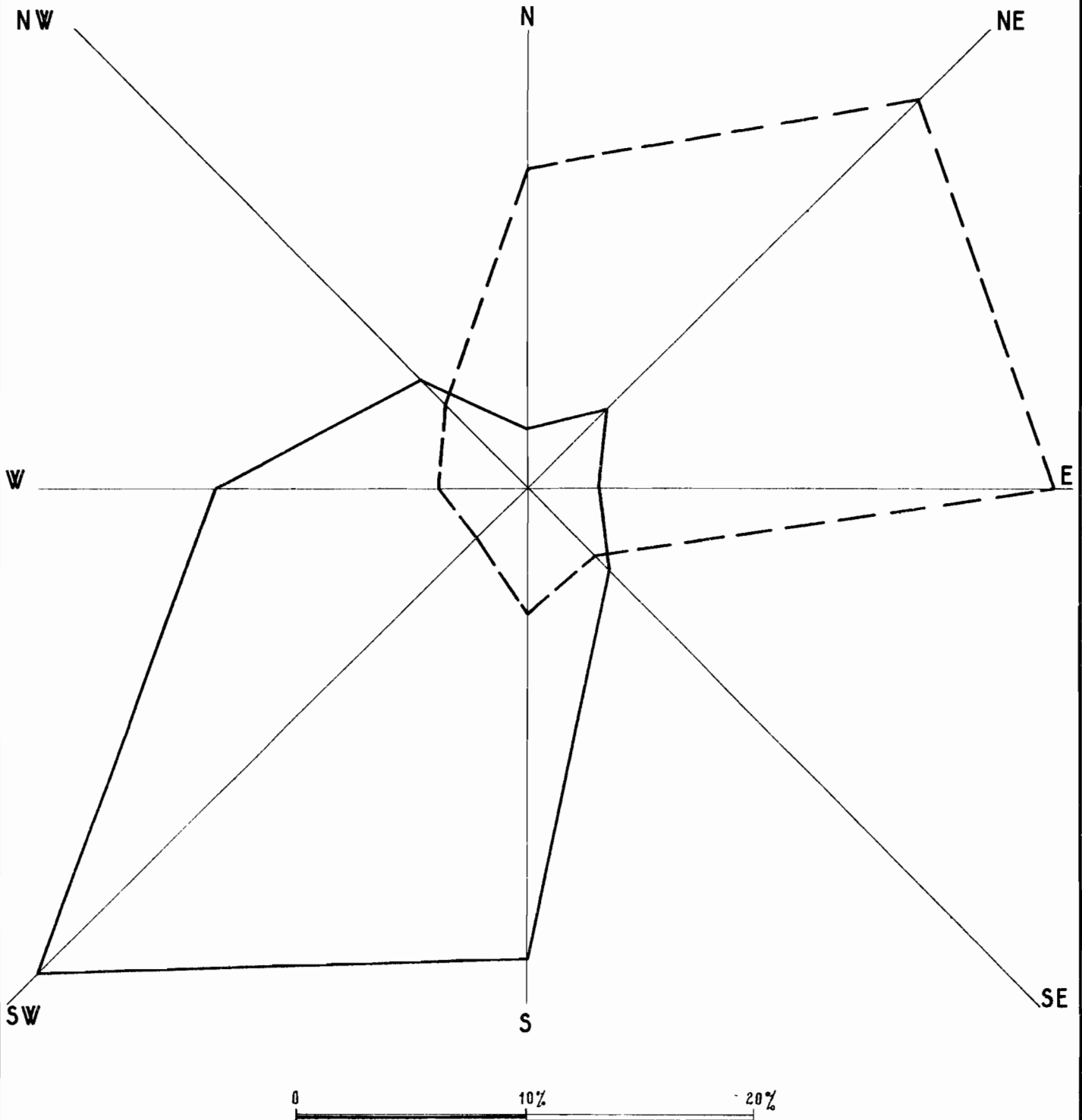


FRÉQUENCE DES DIRECTIONS DES VENTS

NIAMEY (Aérodrome)

----- Saison sèche _ NOVEMBRE 1954 _ AVRIL 1955 _

———— Saison humide _ MAI _ OCTOBRE 1955 _



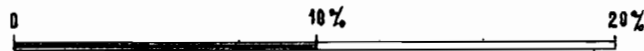
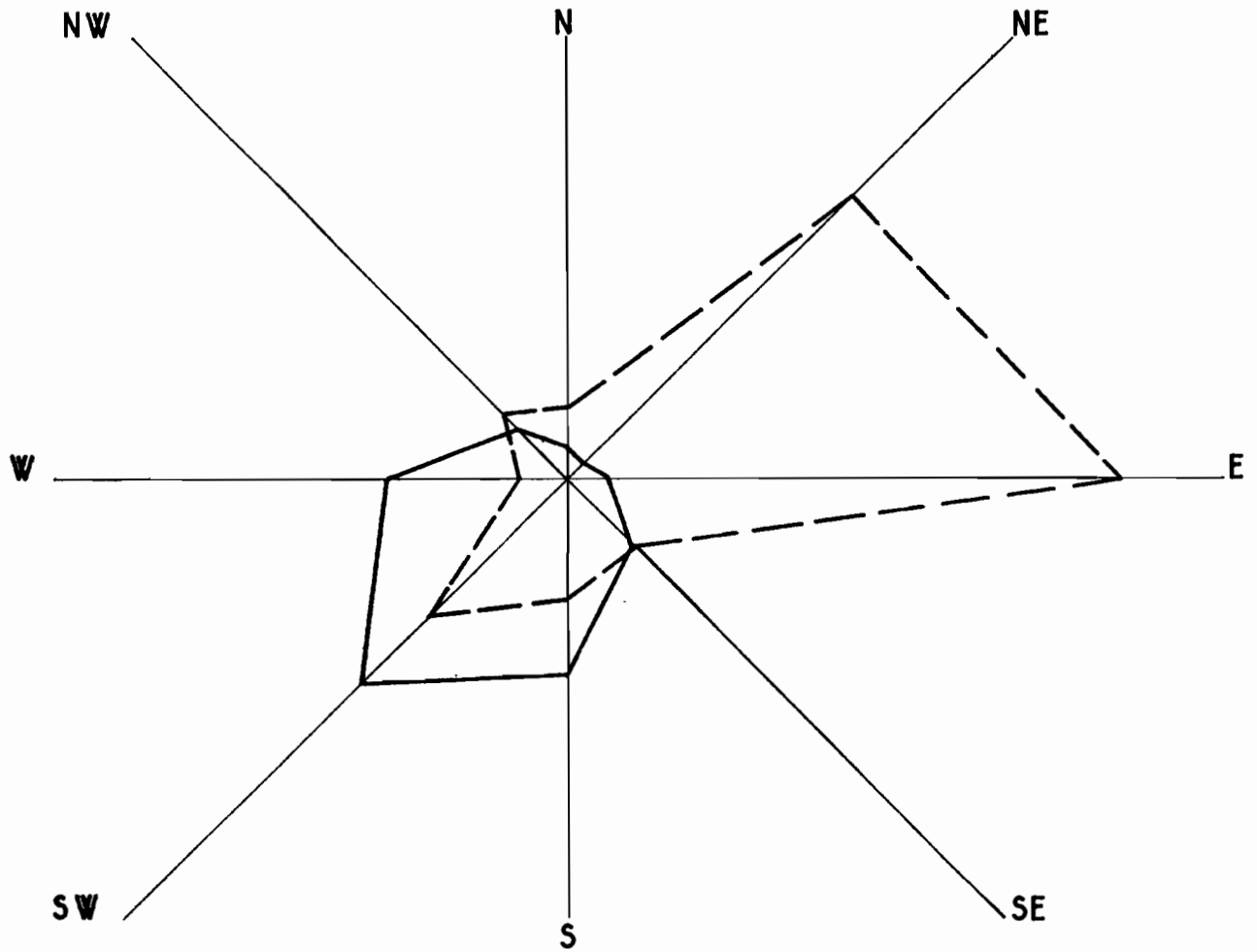
FRÉQUENCE DES DIRECTIONS DES VENTS

Gr. 20

KANDI

----- Saison sèche - NOVEMBRE 1954 - AVRIL 1955 -

———— Saison humide - MAI - OCTOBRE 1955 -



La similitude entre les graphiques de NIAMEY et GAO est grande : saisons bien définies, surtout pour NIAMEY. La station de KANDI, située au Sud du bassin est soumise plus longuement à la mousson et si l'harmattan reste bien visible sur le graphique (fréquence d'Est : 19%), la précocité des pluies augmente les fréquences du Sud-Ouest qui sont de 6,7% en saison sèche. En saison des pluies, la fréquence, relativement faible pour KANDI, de la direction Sud-Ouest (10%), est due à l'importance des périodes calmes (68,5%).

Vitesse des vents.

Les tableaux ci-dessous donnent, pour les 3 stations considérées, la fréquence des vents de différentes forces en saison sèche et à l'hivernage pour la période Novembre 1954 - Octobre 1955.

Saison sèche (Novembre 1954 - Avril 1955)

STATIONS	< 6 km/h	6 à 25 km/h	26 à 50 km/h	> 50 km/h
GAO	21	68	11	0
NIAMEY	17	80	3	0
KANDI	54	42	4	0

Hivernage (Mai - Octobre 1955)

STATIONS	< 6 km/h	6 à 25 km/h	26 à 50 km/h	> 50 km/h
GAO	17	70	13	0
NIAMEY	15	83	12	0
KANDI	59	41	0	0

La comparaison des tableaux montre que les fréquences des vitesses des vents en saison sèche et en hivernage sont sensiblement identiques pour GAO et NIAMEY avec un fort pourcentage des vents modérés (68 à 83%) ; la fréquence des vents assez forts n'est importante qu'à GAO.

Au Sud du bassin, les vitesses des vents sont beaucoup plus faibles durant toute l'année.

B - TEMPERATURES -

Les températures moyennes pour les 3 stations de base du bassin du NIGER Moyen sont les suivantes :

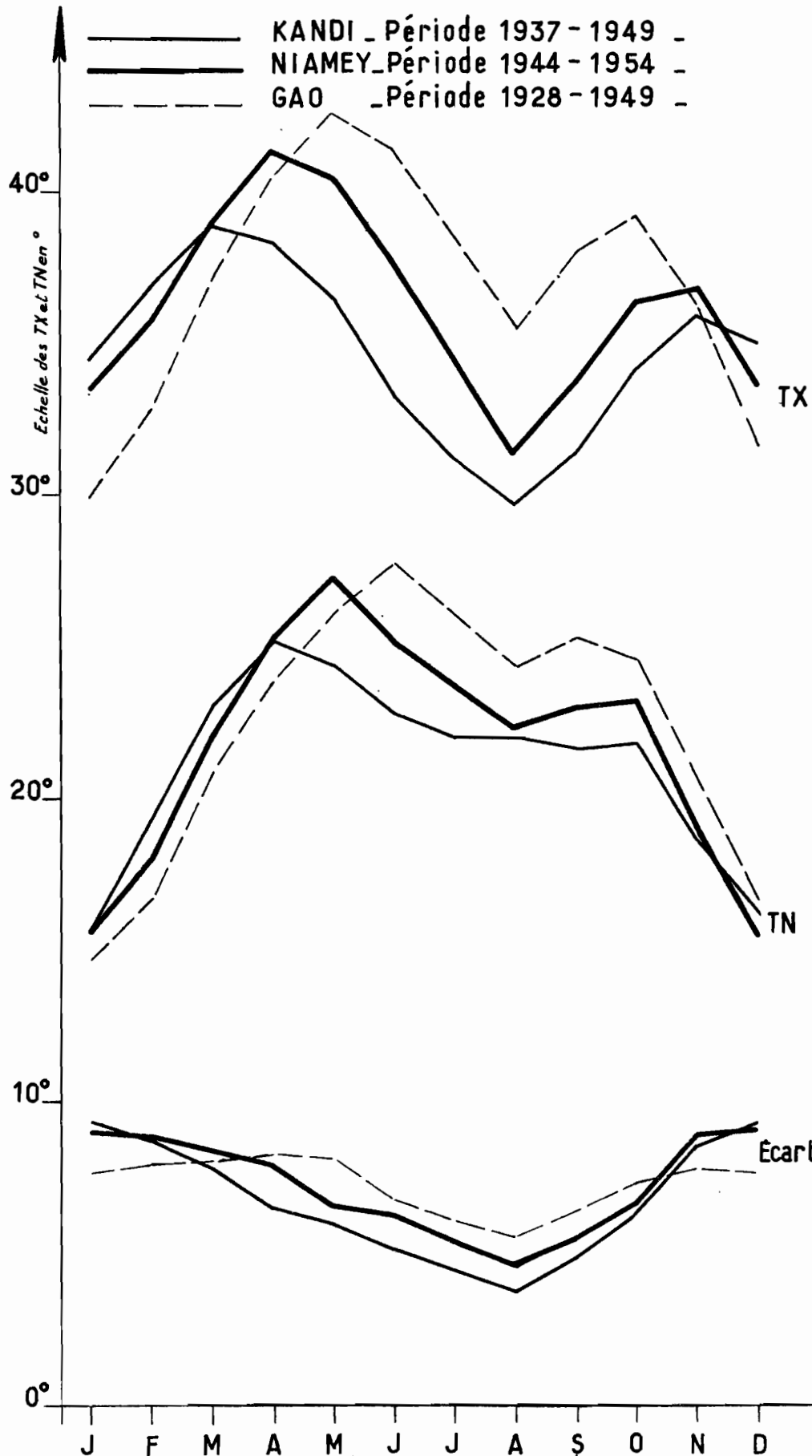
STATIONS	Latitude	Température moyenne	Période d'observation
GAO	16°16' N	29°6	1928-1949
NIAMEY	13°31' N	28°9	1944-1954
KANDI	11°08' N	27°8	1937-1949

On peut remarquer que la température moyenne croît du Sud au Nord, assez faiblement toutefois, bien que les stations soient sous l'influence de climats très différents. Les variations diurnes et saisonnières étant élevées, l'intérêt de la température moyenne est très limité et nous préférons considérer les moyennes mensuelles des températures maximales et minimales ainsi que leurs écarts.

Sur le graphique ci-contre, nous avons figuré ces valeurs pour les 3 stations de base.

VARIATIONS MENSUELLES DES TEMPÉRATURES

Gr-21



Les variations saisonnières sont, pour NIAMEY, les suivantes : un minimum des températures diurnes en Janvier (moyenne mensuelle des Tx : 33°6). La température croît rapidement pour atteindre un maximum en Avril (41°4). La remontée du Front inter-tropical et, par suite, l'arrivée d'air humide et des premières averses rafraichissent légèrement l'air, la moyenne des Tx de Juin est de 37°7. Ensuite, durant la saison des pluies, la température décroît et atteint un deuxième minimum en Août (31°5), qui correspond au mois le plus pluvieux.

Il est à noter qu'à NIAMEY, la moyenne des maximums est plus basse en Août que durant l'hiver proprement dit ; avec le recul du F.I.T. vers le Sud, la température augmente régulièrement jusqu'en Novembre (36°8) puis décroît rapidement en Décembre (33°6).

Les variations nocturnes sont similaires à celles des maximums. Minimale en Décembre et Janvier (15°5), la moyenne mensuelle des Tn croît jusqu'en Mai (27°3) puis diminue durant la saison des pluies ; le minimum d'Août (22°3) est toutefois, bien moins important que celui de Janvier.

Les Tn remontent légèrement en Septembre et Octobre (23°2) puis atteignent un minimum en Décembre (15°5).

Les écarts entre les moyennes mensuelles des Tx et des Tn, maximaux en Janvier (18°8), décroissent jusqu'en Août (9°2) puis croissent à la fin de l'hivernage.

Les diagrammes des stations de GAO et KANDI présentent des similitudes avec ceux de NIAMEY. Toutefois, par suite de leurs positions extrêmes en latitude, les valeurs des Tx et des Tn sont différentes et leurs maximums sont décalés dans le temps. L'arrivée du F.I.T. étant plus précoce à KANDI qu'à GAO, le maximum des Tx se produit plus tôt :

- En Mars à KANDI : 38°8
- En Avril à NIAMEY : 41°4
- En Mai à GAO : 42°6.

Le minimum a lieu, pour les 3 stations en même temps : en Août où, quelle que soit la latitude, la hauteur de pluie est maximale.

La durée de la saison des pluies étant plus courte au Nord qu'au Sud de NIAMEY, le deuxième maximum des Tx a lieu en Octobre à GAO et en Novembre à KANDI.

Pour les Tn, nous retrouvons le même décalage suivant la latitude :

- Maximum en Avril à KANDI : 25°2
- Maximum en Mai à NIAMEY : 27°3
- Maximum en Juin à GAO : 27°7.

Les variations mensuelles des écarts diurnes-nocturnes sont d'autant plus importantes que la latitude est plus élevée ; ceci est dû au fait que les variations nocturnes sont plus faibles en climat tropical qu'en climat subdésertique ou sahélien.

C - HYGROMETRIE -

Les moyennes interannuelles de l'humidité relative journalière maximale et minimale sont, pour la période 1951-1955, les suivantes :

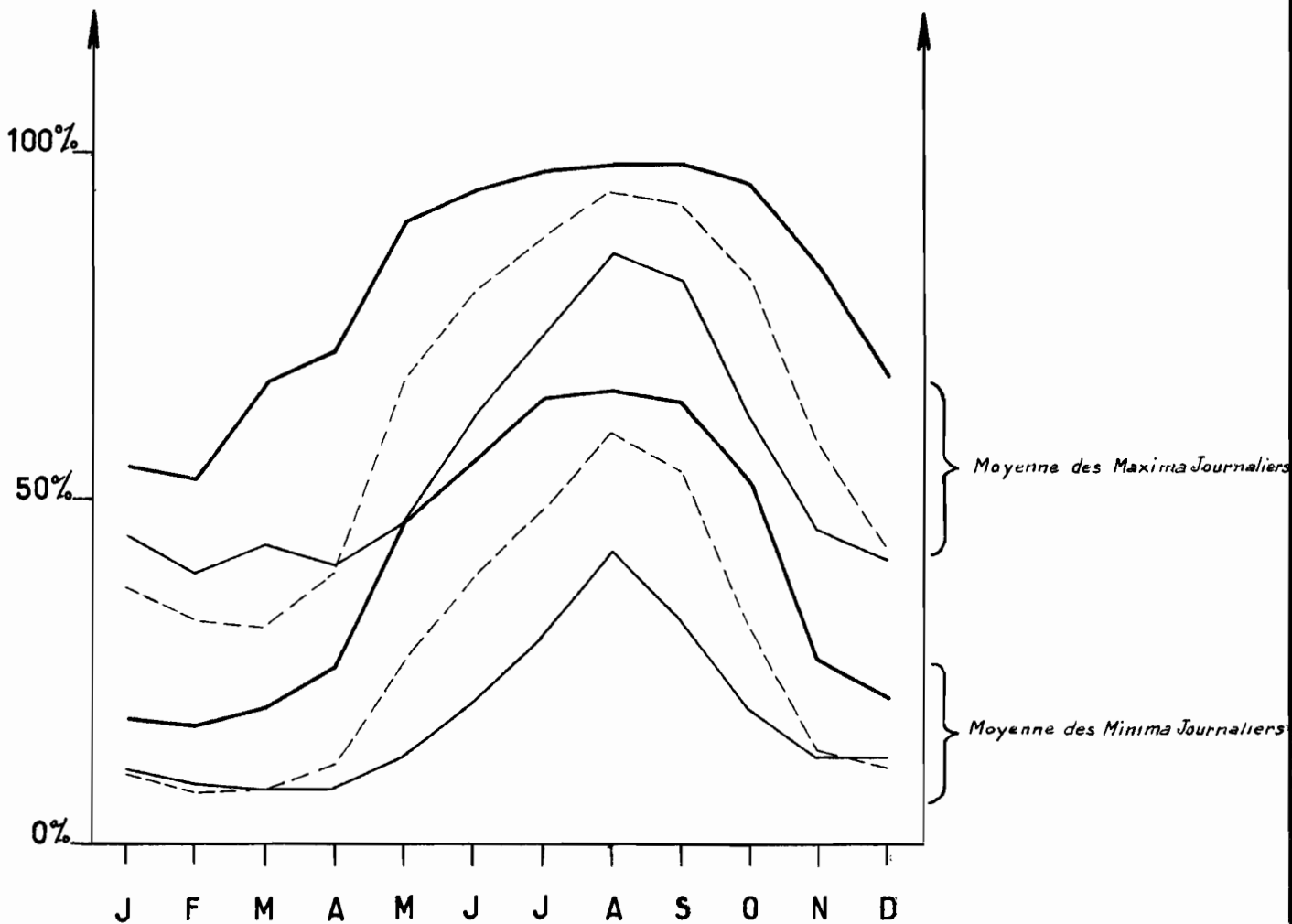
=====			
: Humidité relative en % :			
: STATIONS :	: Moyenne des maximums :		: Moyenne des minimums :
:	: Ux :	:	: Un :
:-----:-----:-----:-----:			
: GAO :	: 55,5 :	:	: 18,1 :
: NIAMEY :	: 62,0 :	:	: 26,7 :
: KANDI :	: 80,7 :	:	: 39,7 :
: :	: :	:	: :
=====			

Les Ux et les Un croissent du Nord au Sud ; par suite des déplacements du Front intertropical, la station de KANDI, située en climat tropical, subit plus longuement l'influence de la mousson humide que GAO situé en climat subdésertique.

VARIATIONS MENSUELLES DE L'HUMIDITÉ RELATIVE

Période 1951 - 55

— GAO
— KANDI
- - - NIAMEY



Les diagrammes des moyennes mensuelles présentent un minimum durant la saison sèche et un maximum en saison des pluies.

A KANDI, les maximums et les minimums, faibles de Janvier à Mars, croissent avec l'arrivée du F.I.T. et restent sensiblement stationnaires durant l'hivernage (Juin à Octobre) ; ils diminuent en Novembre et Décembre.

L'écrasement du diagramme en hivernage est beaucoup moins apparent au Nord, par suite de la durée plus réduite de la saison des pluies.

Les valeurs extrêmes mensuelles des Ux et des Un se produisent sensiblement à la même époque, pour les 3 stations :

STATIONS:	Ux en %	Un en %
GAO	:39,2 (Février) - 85,6 (Août)	: 7,8 (Mars) - 42,6 (Août)
NIAMEY	:31,4 (Mars) - 94,2 (Août)	: 7,8 (Février) - 59,6 (Août)
KANDI	:52,8 (Février) - 98,2 (Septembre)	: 17,0 (Février) - 65,6 (Août)

D - EVAPORATION -

L'évaporation moyenne journalière, représentée sur le graphique ci-contre, a été mesurée à l'aide de bacs "Colorado" enterrés de 1 m² de surface évaporante.

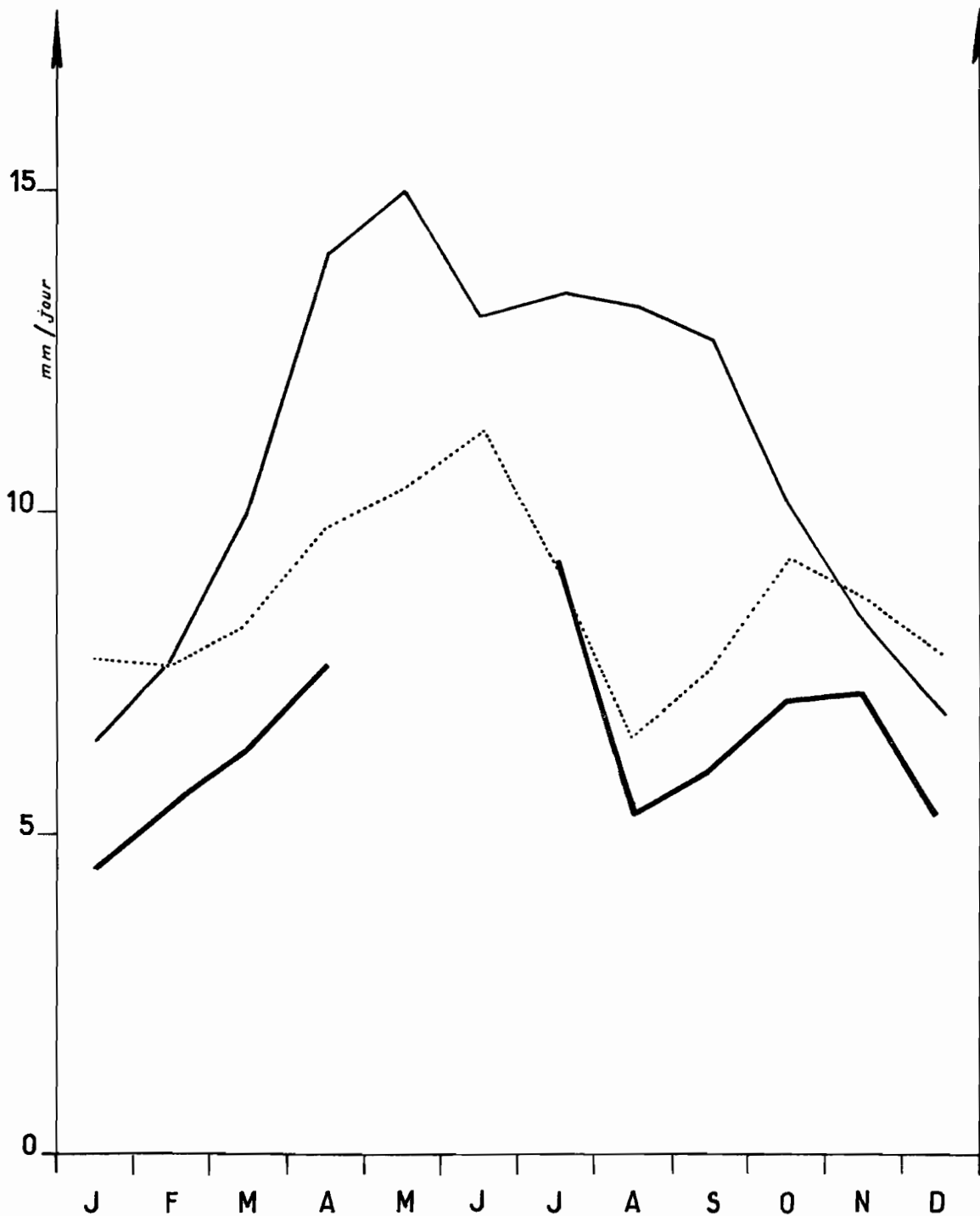
En raison de la faible quantité de bacs situés dans le bassin actif du NIGER Moyen, nous avons représenté également les valeurs obtenues sur des bacs extérieurs à cette zone :

- TIN ADJAR est au milieu du GOURMA, sensiblement à la même latitude que GAO.
- M'BOUNA se trouve à l'Ouest de TOMBOUCTOU, sur le bord du lac FAGUIBINE et subit, de ce fait, les effets d'un micro-climat humide.

VARIATIONS MENSUELLES DE L'ÉVAPORATION SUR BAC COLORADO

Gr.23

_____ I FEROUANE. Période 1959-60
 _____ M'BOUNA _
 TIN ADJAR _



- IFEROUANE, dans le Nord du massif de l'AIR, est soumis à un climat désertique.

Les variations mensuelles de l'évaporation sont, d'une manière générale, identiques. La moyenne journalière, faible en Janvier, croît durant la saison sèche et est maximale en Avril-Mai.

L'arrivée des masses d'air humide du Golfe de GUINEE provoque une brutale diminution de l'évaporation dont le minimum a lieu en Août.

- TIN ADJAR : 6,5 mm/jour en Août
- M'BOUNA : 5,3 mm/jour en Août.

A partir de Septembre, la moyenne journalière augmente légèrement, puis diminue en Novembre, par suite de la baisse de température.

Bien que la courbe d'évaporation moyenne d'IFEROUANE ait la même allure que celle des autres stations, le minimum d'Août n'est pas apparent, la limite Nord de l'avance du F.I.T. se situant non loin d'IFEROUANE.

L'évaporation moyenne annuelle est variable :

- TIN ADJAR : 3170 mm (période 1956-1958).
- M'BOUNA : 2500 mm (année 1959).
- IFEROUANE : 3981 mm (années 1959-1960).

Les valeurs annuelles mesurées sont comprises entre :

- 2500 mm pour un microclimat humide et
- 4000 mm pour un climat extrêmement sec.

Le passage à l'évaporation sur grande nappe d'eau libre se fera en utilisant les coefficients moyens admis pour l'AFRIQUE de l'Ouest :

- 85 à 90% pour les bacs situés en microclimat humide.
- 66% pour les bacs situés en microclimat sec.

Pour les régions subdésertiques du bassin, l'évaporation serait, dans ces conditions, voisine de 3000 mm sur une retenue.

Dans la vallée du NIGER, encaissée, au microclimat humide, on peut retenir 2200 mm pour la partie au Nord de NIAMEY et 1800 mm pour les régions voisines de MALANVILLE.

C H A P I T R E I I

PLUVIOMETRIE

A - HAUTEURS ANNUELLES -

Dans les Monographies du NIGER Supérieur et de la Cuvette lacustre, les moyennes des hauteurs pluviométriques annuelles ont été calculées pour la période 1923-1957, soit 35 ans. Pour le bassin du NIGER Moyen, nous reprendrons la même période pour la mise au point du réseau d'isohyètes.

Outre les stations déjà utilisées dans les précédentes Monographies, nous avons fait appel à 40 stations dont la durée d'observations est supérieure à 10 ans :

- 19 ont une période d'observations supérieure ou égale à 32 ans dans la période considérée.
- 21 ont une période d'observations comprise entre 10 et 32 ans et la moyenne obtenue sur cette période a subi une correction.

Dans les cas où la correction n'était pas possible, par suite de l'isolement de la station, la moyenne a été prise sur 20 ans, cette période comprenant à peu près également : 10 années sèches et 10 années humides.

Les hauteurs moyennes ont été classées ci-dessous suivant les variantes du climat :

a) Climat tropical pur.

BIMBEREKE	1284 mm	TANGUETTA	(1060)mm
NIKKI	1275 mm	BOUKOMBE	1108 mm
NATITINGOU	(1260)mm	KANDI	1046 mm
KOUANDE	(1235)mm	TENKODOGO	977 mm
GAYA	870 mm	DIAPAGA	(866)mm
FADA N'GOURMA	846 mm	KOUELA	832 mm
OUAGADOUGOU	873 mm	KOULOU	(840)mm
KANTCHARI	750 mm		

b) Climat sahélien.

OUAHIGOUYA	720 mm	KAYA	693 mm
DOSSO	(726)mm	KOLO	(602)mm
SAY	676 mm	BIRNI N'KONNI	(600)mm
DOGONDOUTCHI	638 mm	MAGARIA	(638)mm
MARADI	(620)mm	DOUENTZA	(516)mm
DORI	(510)mm	TERA	(504)mm
NIAMEY	588 mm	MADAOUA	(526)mm
TESSAOUA	(563)mm	ZINDER	537 mm
HOMBORI	(434)mm	TILLABERY	491 mm
FILINGUE	492 mm	TAHOUA	386 mm
ANSONGO	311 mm		

c) Climat subdésertique.

GAO	274 mm	KABARA	217 mm
DIRE	270 mm	TOMBOUCTOU	220 mm
MENAKA	283 mm	GOURMA RHAROUS	(180) mm
BOUREM	(179) mm	AGADES	165 mm
KIDAL	136 mm	TESSALIT	(80) mm
IFEROUANE	(66) mm	TAMANRASSET	(43) mm

Nota - Les hauteurs entre parenthèses ont fait l'objet de corrections d'hydraulicité.

La carte au 1/5 000 000° ci-jointe montre le réseau d'isohyètes sur la totalité du bassin théorique du NIGER Moyen.

Sur le bassin réduit, la pluviométrie annuelle varie de 179 mm à BOUREM à 1284 mm à BIMBEREKE dans l'extrême Sud.

La hauteur moyenne des précipitations annuelles est, pour les différents bassins des affluents actifs du NIGER :

- Bassin du GOROUOL	:	460 mm
- " du DARGOL	:	525 mm
- " de la SIRBA	:	700 mm
- " du GOROUBI	:	700 mm
- " du DIAMANGO	:	755 mm
- " de la TAPOA	:	820 mm

- Bassin supérieur de la MEKROU : 1150 mm
- " total de la MEKROU : 1040 mm
- " supérieur de l'ALIBORI : 1180 mm
- " total de l'ALIBORI : 1090 mm
- " supérieur de la SOTA : 1165 mm
- " total de la SOTA : 1120 mm.

B - VARIATIONS SAISONNIERES -

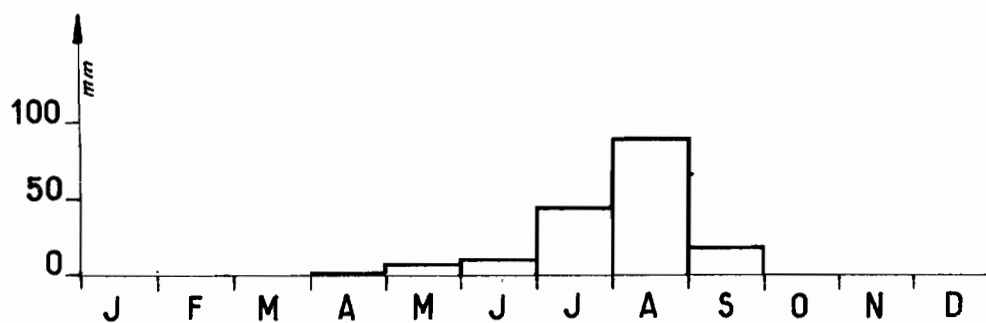
Le tableau ci-dessous rassemble les hauteurs moyennes mensuelles pluviométriques pour la période 1923-1957 ; il montre bien les variations saisonnières pour 4 stations également réparties du Nord au Sud.

STATIONS	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
AGADES	0	0	0	1	6	9	43	89	16	0	0	0
GAO	1	0	1	1	7	24	71	121	38	5	0	0
NIAMEY-VILLE	0	0	2	7	39	83	134	207	92	19	1	0
KANDI	0	1	10	29	98	140	197	296	214	58	3	0

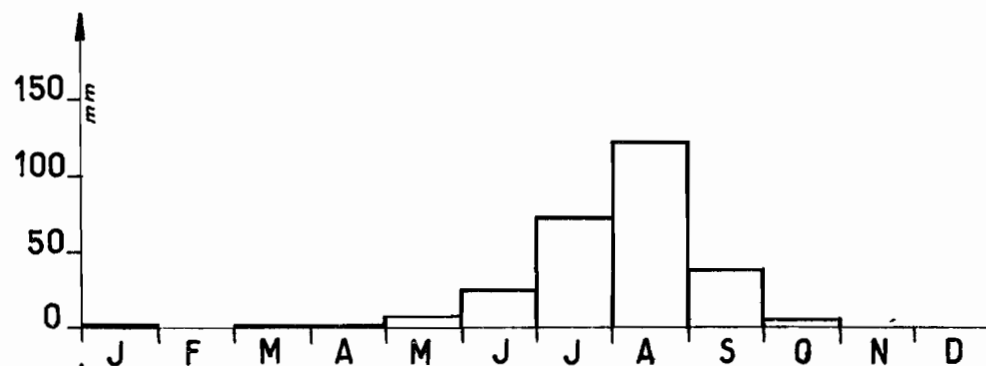
La hauteur maximale des précipitations, d'une part se situe, pour chaque station, en Août et d'autre part croît du Nord au Sud.

La durée de la saison des pluies augmente également du Nord au Sud : 2 mois à AGADES et 6 mois à KANDI.

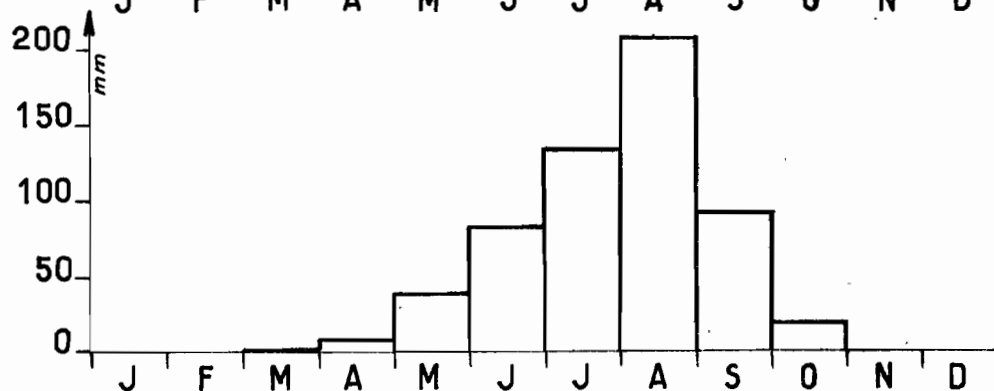
VARIATIONS SAISONNIÈRES DE LA PLUVIOMÉTRIE



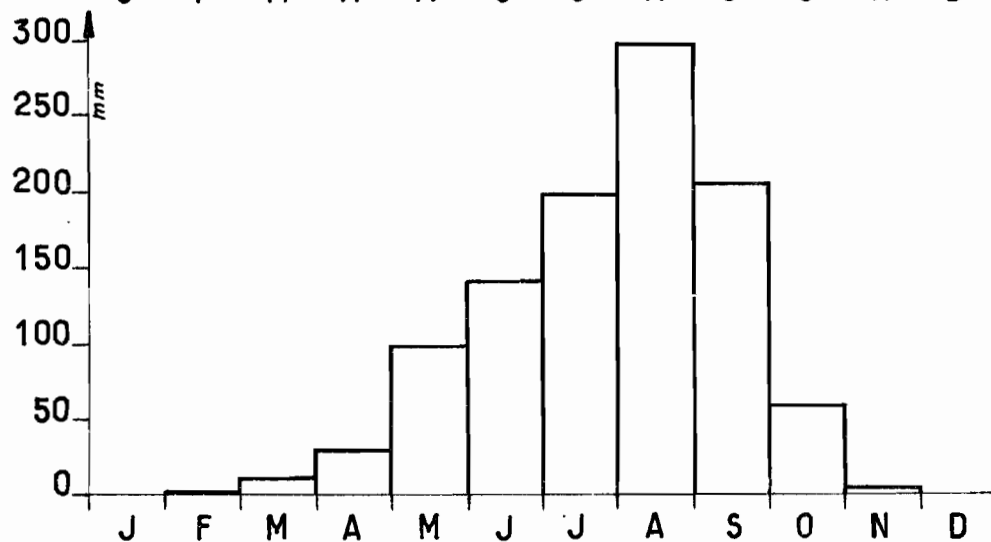
AGADÈS 164mm



GAO 269mm



NIAMEY 583mm



KANDI 1046mm

Quelques pluies ont lieu durant la saison sèche ; elles ne sont importantes que dans le Sud du bassin (climat tropical) mais leur influence est très faible sur le régime hydrologique des affluents du NIGER et nulle sur le NIGER lui-même.

C - PRECIPITATIONS JOURNALIERES -

Dans la plus grande partie du bassin du NIGER Moyen, c'est-à-dire dans toute la zone de pluviométrie annuelle inférieure à 1000 mm, les précipitations sont des tornades, de courte durée dont le hyétogramme est sensiblement toujours le même :

- Une période préliminaire de quelques minutes avec une intensité moyenne (20 à 30 mm/h).
- Un corps de 10 à 30 minutes où l'intensité est supérieure à 60 mm/h.
- Une traîne variant entre 30 minutes et 2 heures avec une intensité inférieure à 10 mm/h.

Suivant la latitude, on peut rencontrer, dans une période de 24 heures, deux ou plusieurs tornades se succédant à quelques heures d'intervalle.

En climat tropical, les précipitations peuvent être parfois du type "pluies de mousson" de longue durée (plusieurs heures) et de faible intensité (20 à 30 mm/h).

Le nombre de jours de pluie, variant avec la hauteur annuelle, croît du Nord au Sud.

La plus grande partie de ces pluies sont de faible hauteur, ainsi que le montre le tableau des fréquences annuelles des pluies à quelques stations du bassin.

STATIONS	Période d'observ.	Hauteur moyenne	Moyenne annuelle des jours de pluie					
			>100mm	> 80mm	> 60mm	> 40mm	>20mm	< 20mm
IFEROUANE	19 ans	63 mm	0	0	0	0,05	0,6	13,3
AGADES	32 "	167 "	0	0	0,06	0,22	2,1	21,6
GAO	36 "	274 "	0,03	0,06	0,35	0,83	4,0	25,7
DORI	25 "	546 "	0	0,04	0,4	2,32	10,0	34,2
FADA N'GOURMA	21 "	907 "	0,19	0,48	1,05	4,24	16,3	50,7

Précipitations exceptionnelles.

La détermination statistique des hauteurs de pluie de fréquence décennale, en cours pour tout l'Ouest Africain, n'est pas encore achevée. On peut cependant donner, en première approximation, les valeurs décennales suivantes pour les précipitations ponctuelles :

- AGADES : 50 mm
- GAO : 75 mm
- NIAMEY : 100 mm
- KOULOU : 115 mm.

Parmi les précipitations exceptionnelles observées, citons :

- AGADES : 65,6 mm (période 32 ans)
- GAO : 118,6 mm (" 36 ")
- NIAMEY : 173 mm (" 10 ")
- FADA N'GOURMA : 135,5 mm (" 21 ")
- MALANVILLE : 187 mm (" 10 ")

La plupart d'entre elles ont certainement une récurrence proche des 50 ans sinon du siècle.

D - IRREGULARITE INTERANNUELLE -

L'irrégularité interannuelle peut être caractérisée par le coefficient K_3 qui est le rapport de la plus faible valeur du premier décile à la plus forte valeur du dernier décile après classement, par ordre décroissant, des hauteurs annuelles des précipitations en un lieu donné.

On trouve les résultats suivants pour 10 stations du bassin du NIGER Moyen :

STATIONS	Période d'observation	Hauteur moyenne	K_3
AGADES	34 ans	165 mm	2,26
GAO	34 "	274 "	2,53
TILLABERY	32 "	491 "	1,55
DORI	40 "	510 "	1,96
NIAMEY	34 "	588 "	1,82
DOGONDOUTCHI	35 "	638 "	1,99
SAY	34 "	676 "	1,76
FADA NGOURMA	40 "	846 "	1,59
KANDI	35 "	1046 "	1,62
BIMBEREKE	34 "	1284 "	1,53

Le K_3 de TILLABERY semble aberrant ; il manque en effet les relevés de 3 années très humides.

D'une manière générale, le coefficient K_3 augmente du Sud au Nord :

- 1,50 en climat tropical
- 1,80 à 2,00 en climat sahélien
- Supérieur à 2,00 en climat subdésertique.

3^{ème} PARTIE

DONNEES HYDROLOGIQUES

EQUIPEMENT HYDROLOGIQUE et MESURES HYDROMETRIQUES -

Nous examinerons successivement les stations du NIGER, d'amont en aval et celles de ses affluents actifs de la rive droite.

La liste des différentes échelles figure dans le tableau ci-dessous. Seules les superficies des bassins versants des affluents ont été indiquées, celles correspondant aux stations du NIGER n'ayant pas de signification par suite de l'importance des zones inondées de la cuvette lacustre et des bassins fossiles de la rive gauche du NIGER Moyen.

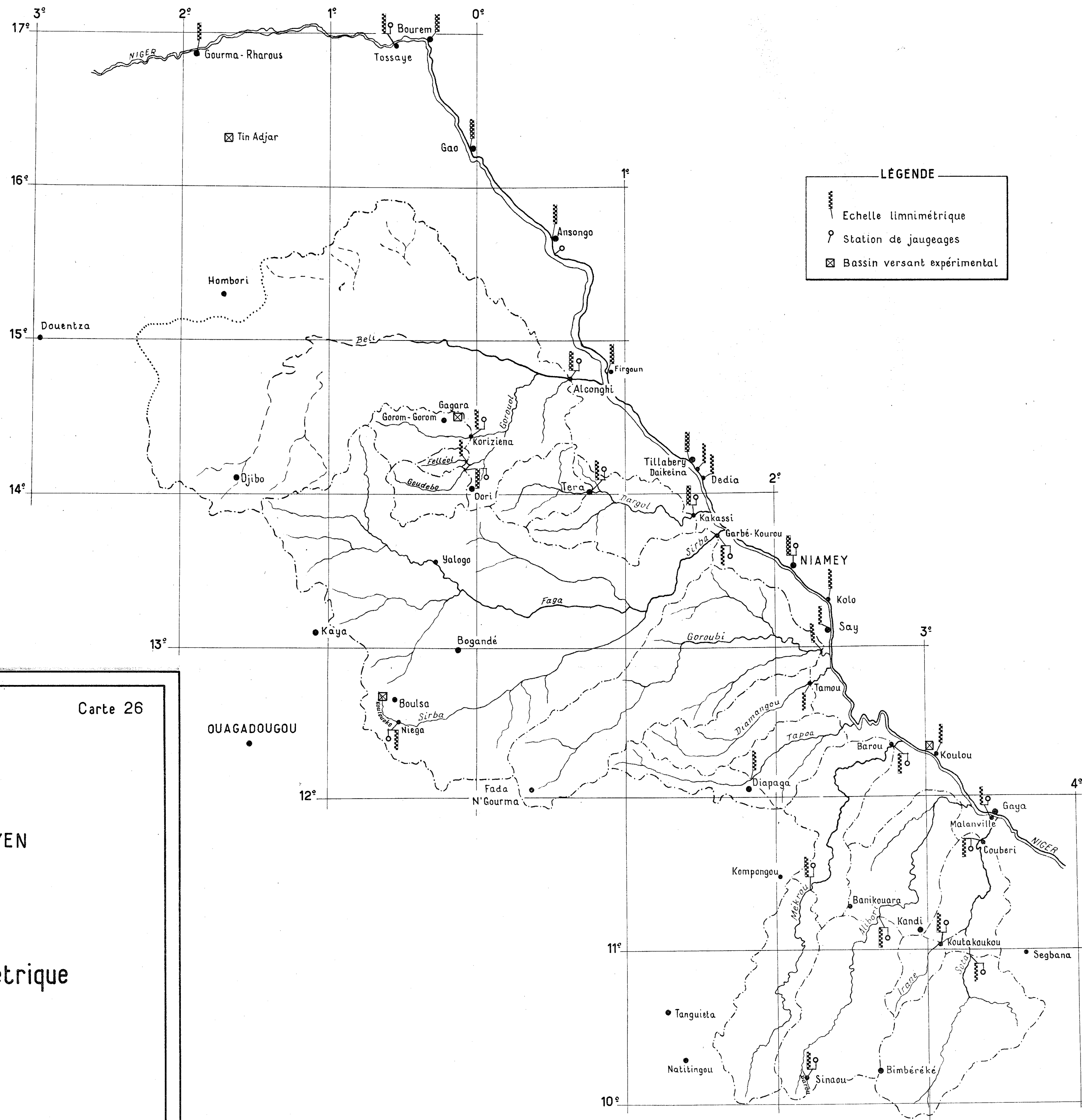
1°) NIGER -

- TOSSAYE
- BOUREM
- GAO
- ANSONGO
- FIRGOUN
- TILLABERY
- DAÏKANA
- DEDIA
- NIAMEY
- KOLO
- SAY

- KOULOU
- MALANVILLE
- GAYA.

2°) Affluents du NIGER -

Bassin du GOROUOL	- GOROUOL à ALCONGUI	44 855 km ²
	- GOROUOL à KORIZIENA	2 520
	- FELLEOL	445
	- GOUDEBO	1 930
Bassin du DARGOL	- DARGOL à TERA	2 570
	- DARGOL à KAKASSI	6 940
Bassin de la SIRBA	- FAGA à YALOGO	
	- KOULOUOKO à NIEGHA	1 010
	- SIRBA à GARBE-KOUROU	38 710
Bassin du GOROUBI	- GOROUBI à la route de SAY	15 345
Bassin du DIAMANGO	- DIAMANGO à TAMOU	4 025
Bassin de la TAPOA	- TAPOA à DIAPAGA	2 085
	- TAPOA aux Gorges	5 325
Bassin de la MEKROU	- MEKROU à la route de KOMPONGOU	5 665
	- MEKROU à BAROU	10 500
Bassin de l'ALIBORI	- DAROU à SINAOU	60
	- ALIBORI à la route de BANIKOARA	8 165
Bassin de la SOTA	- IRANE à KOUTAKOUKOU	1 250
	- SOTA à la route de SEGBANA	8 250
	- SOTA à COUBERI.	12 020



Carte 26

OUAGADOUGOU

BASSIN DU NIGER MOYEN

Équipement hydrométrique

ECHELLE : 1/2 000 000

A - LE NIGER -

1 - Station de TOSSAYE.

Coordonnées géographiques : latitude 16°58' N
longitude 0°34' W

La station de TOSSAYE est située sur la rive droite du NIGER à 300 m en amont du défilé, au droit du petit village de TOSSAYE. Par suite de la grande distance à parcourir pour l'observateur, il n'a pas été possible de placer l'échelle dans le défilé même.

L'échelle actuelle a été installée le 1^{er} Juin 1954.

La cote du zéro est de : 250,25 m.

Cette cote est provisoire : elle a été déterminée par la mesure de l'altitude du plan d'eau en rive gauche après rattachement au nivellement I.G.N. d'Avril 1958.

Relevés antérieurs

Il existerait de vieux relevés incomplets de 1904/1905 et de 1909/1910 qui furent effectués par les occupants de l'ancien fort du défilé de TOSSAYE ; le zéro en est inconnu.

En 1936, l'Office du NIGER a également installé une échelle à TOSSAYE afin de rattacher toute une série de mesures de débits effectuées d'Octobre 1936 à Mai 1937. Malheureusement, les documents relatifs au rattachement du zéro ont disparu ; toutefois, en comparant la courbe d'éta-lonnage établie par l'Office du NIGER avec celle de la M.E.A.N., on peut estimer que le zéro de l'échelle de l'Office du NIGER est environ à 0,35 m au-dessus du zéro de l'échelle actuelle. Il n'y a pas de relevés d'échelle, aussi les mesures de débit de l'Office du NIGER ne sont-elles pas exploitables.

Jaugeages

En plus des jaugeages de l'Office du NIGER (1936-1937), dix-huit jaugeages ont été effectués depuis 1954.

La section de jaugeage se trouve sensiblement dans la partie centrale du défilé et la nature rocheuse des fonds permettait la connaissance exacte des débits d'étiage.

C'est, par conséquent, avec SOTUBA et TONDIFARMA, la seule station où les étiages du NIGER pourraient être mesurés avec précision.

L'éloignement de l'échelle et l'abondance des dernières années n'ont pas encore permis d'effectuer de jaugeages en très basses eaux.

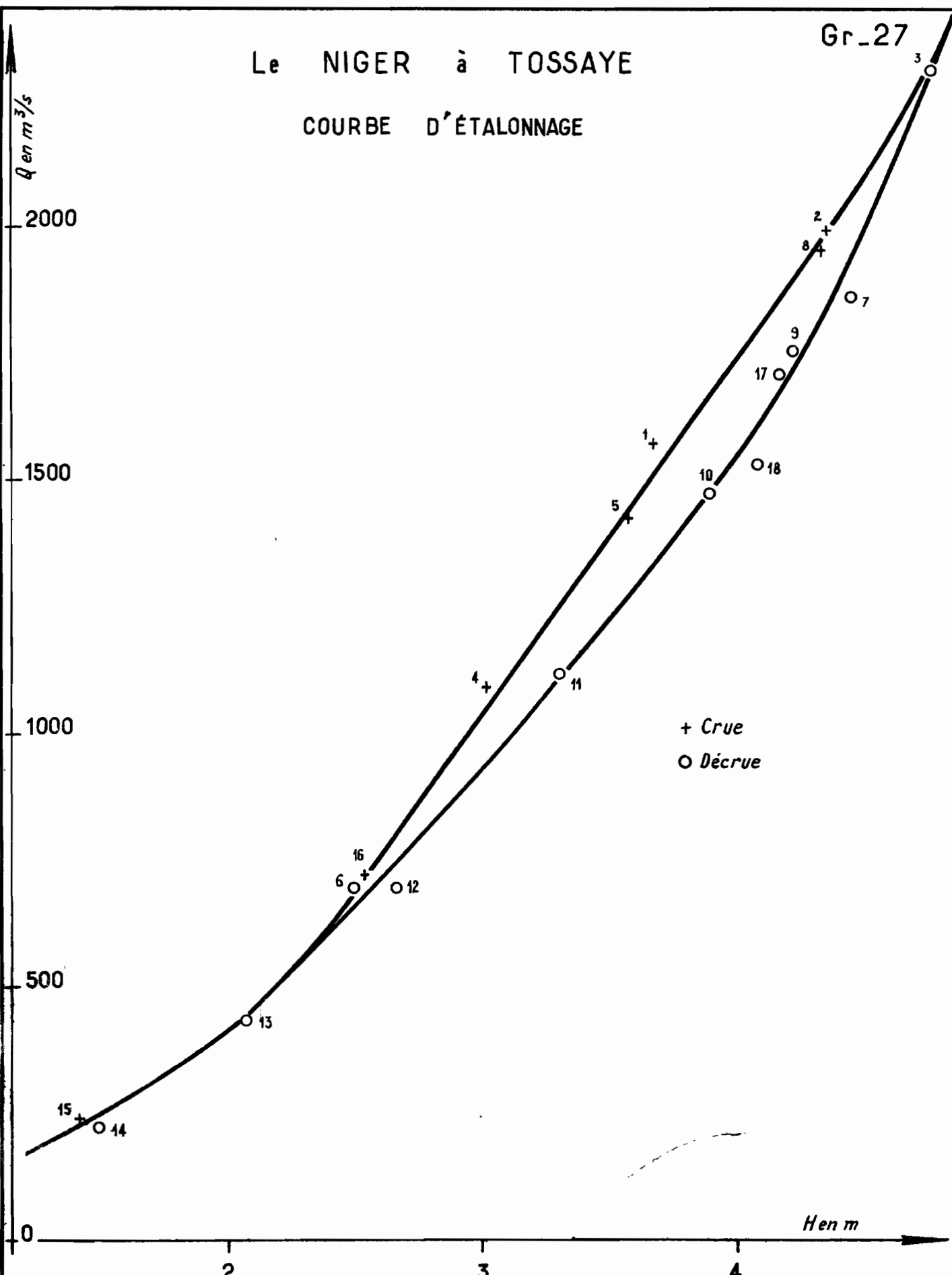
Liste des jaugeages effectués depuis 1954 à TOSSAYE :

Numéros	Dates	H. cm:	Q m ³ /s :	Observations
1	26/ 9/54	367	1570	Crue
2	2/12/54	435	1992	Crue
3	8/ 2/55	476	2308	Maximum
4	10/ 8/55	302	1092	Crue
5	15/ 9/55	357	1421	Crue
6	6/ 5/56	249	697	Décru
7	15/ 3/57	445	1860	Décru
8	17/12/57	433	1950	Crue
9	27/ 3/58	422	1757	Décru
10	10/ 4/58	387	1479	Décru
11	25/ 4/58	330	1116	Décru
12	6/ 5/58	265	692	Décru
13	20/ 5/58	207	437	Décru
14	6/ 6/58	149	228	Décru
15	24/ 6/58	141	240	Crue
16	3/ 8/58	253	723	Crue
17	7/ 3/59	416	1708	Décru
18	23/ 2/60	408	1530	Décru

Le NIGER à TOSSAYE

COURBE D'ÉTALONNAGE

Gr_27



Courbe d'étalonnage

Les variations de pente superficielle dans le défini au cours du cycle hydrologique obligent à adopter, pour mieux préciser la relation hauteurs-débits, deux branches distinctes pour la crue et la décrue. L'écart entre les deux branches commence à partir d'un débit de 500 m³/s et tend vers un maximum de 200 m³/s pour un débit moyen de 1600 m³/s environ ; ce qui correspond à $\pm 6\%$ de part et d'autre d'une courbe médiane entre les deux branches.

D'une année à l'autre, la cote maximale de la crue varie de sorte qu'il est nécessaire, en l'absence de jaugeages, que la courbe de raccordement entre la branche de crue et celle de décrue soit estimée chaque année ; mais l'opération graphique est assez précise.

L'amplitude annuelle est d'environ 4 m.

2 - Station de BOUREM.

Coordonnées graphiques : latitude 16°57' N
longitude 0°21' W

La station de BOUREM est située sur la rive gauche du NIGER à 100 m en aval du bureau des Postes.

L'échelle a été installée aux basses eaux 1951 par la subdivision des Travaux Publics de GAO, puis restaurée en Juin 1954 par la MEAN.

La cote du zéro est ; 249,43 m.

Relevés antérieurs

Il n'existe pratiquement aucun relevé antérieur. On a signalé des relevés fragmentaires de 1931 et 1932 qu'il n'a pas été possible de retrouver.

Observations hydrologiques

Par suite de la proximité de TOSSAYE, aucun jaugeage n'a été effectué à BOUREM. En établissant une relation entre les échelles de TOSSAYE et de BOUREM, cette dernière station pourrait être étalonnée à partir des mesures de débits effectuées à TOSSAYE.

3 - Station de GAO.

Coordonnées géographiques : latitude 16°16' N
longitude 0°03' W

L'échelle est située sur la rive gauche du NIGER au droit de la Centrale Electrique de GAO. L'échelle actuelle, en fonte coulée, a été installée en 1948. L'élément de basses eaux, posé en 1950, ayant tendance à s'ensabler, un nouvel élément a été installé en Juin 1957, plus vers le lit mineur du fleuve. Cet élément de 2 m recouvre ainsi une grande partie des éléments posés en 1948.

La cote du zéro est : 245,05 m.

Relevés antérieurs

Il existe des relevés partiels pour la période 1923-1932 et 1946 qui n'ont pas été retrouvés. REFFAY donne les cotes des maximums des crues de 1923 à 1932. Nous avons ainsi pu estimer, par corrélation avec DIRE et NIAMEY que les relevés anciens devaient, pour être comparables à ceux de la période 1948-1960 :

- être augmentés de 0,85m de 1924 à 1926
- être augmentés de 0,70m de 1927 à 1928
- être augmentés de 0,50m pour 1931.

On a l'impression qu'il s'agissait d'une échelle peu stable qui s'enfonçait.

L'échelle de 1948 a été remplacée et consolidée en 1950 ; il y eut alors un changement de zéro qui, après analyse des cotes maximales et minimales, peut être estimé à 0,22 m. Les relevés de 1948 à Septembre 1950 doivent être diminués de 0,22 m pour être homogènes avec les relevés postérieurs à Octobre 1950.

Observations hydrologiques

Aucun jaugeage n'a été effectué à la station de GAO ; la grande largeur et les bras multiples du fleuve ne permettent pas de déterminer une section de jaugeage propi-ce. Le marnage maximal est de 4,30 m.

4 - Station d'ANSONGO.

Coordonnées géographiques : latitude 15°40' N
longitude 0°30' E

L'échelle est située sur la rive gauche du NIGER en aval du mur du quai dans la voie d'accès au fleuve.

Elle a été installée en Juillet 1949 par la subdivision des Travaux Publics de GAO.

La cote du zéro est : 242,196 m.

Relevés antérieurs

Des relevés ont été effectués de 1923 à 1935 par l'Office du NIGER. Ils semblent se rapporter à 2 cotes du zéro différentes.

L'analyse des cotes maximales et minimales permet de proposer les corrections suivantes pour rendre les relevés anciens comparables aux actuels :

- 1) Ajouter + 0,80 m de 1924 à 1928
- 2) Ajouter + 0,65 m de 1929 à 1935.

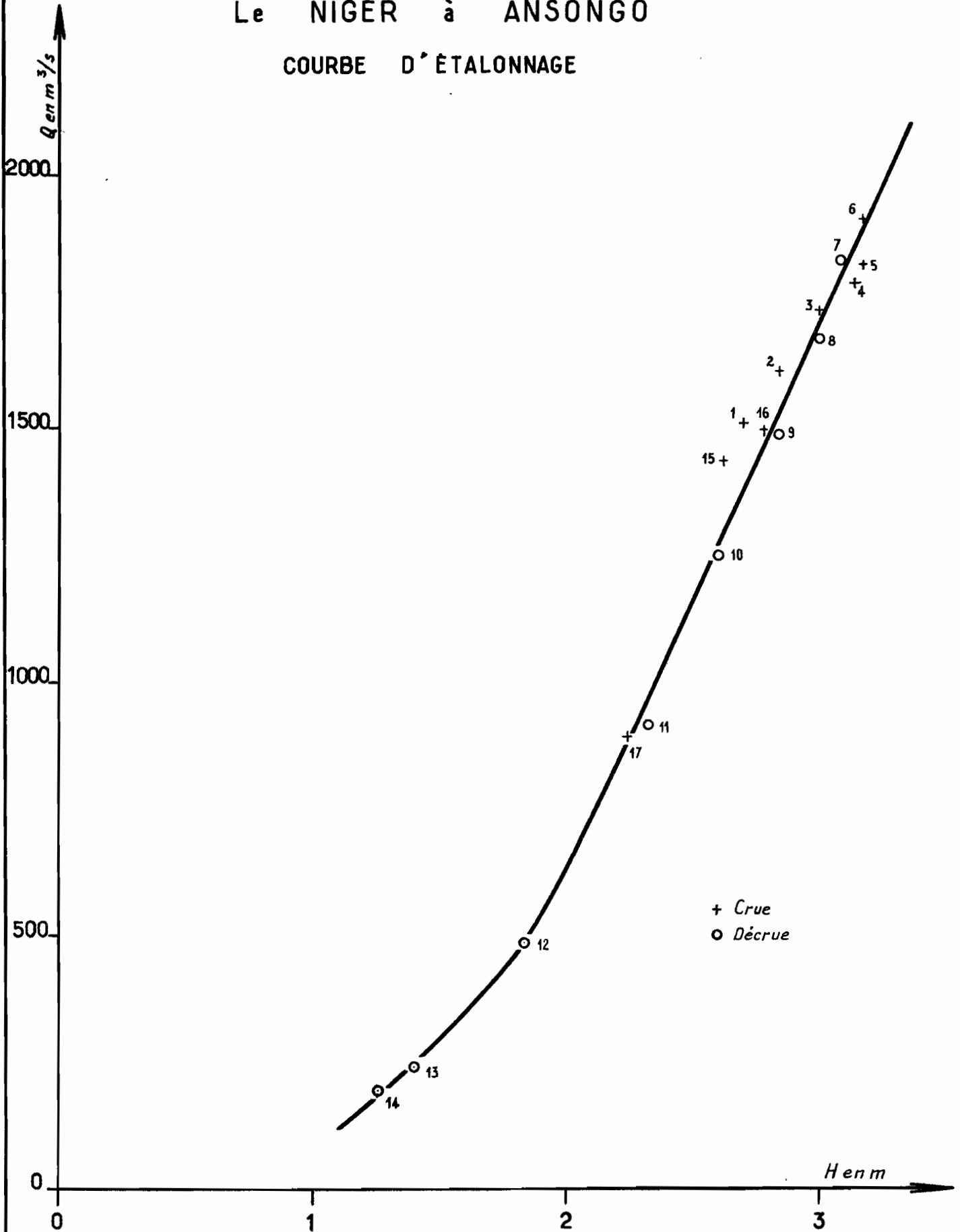
Jaugeages

La section de jaugeages se trouve à 12 km en aval d'ANSONGO et en amont des rapides de LABEEZANGA.

L'étalonnage de la station est assuré par 17 jaugeages effectués de 1957 à 1959 et compris entre 197 m³/s et 1913 m³/s.

Le NIGER à ANSONGO

COURBE D'ÉTALONNAGE



Numéros	Dates	H. cm	Q m ³ /s
1	20/10/57	270	1506
2	16/11/57	284	1610
3	18/12/57	300	1728
4	21/ 1/58	314	1818
5	31/ 1/58	317	1855
6	18/ 2/58	317	1913
7	11/ 3/58	310	1859
8	28/ 3/58	300	1672
9	11/ 4/58	284	1487
10	24/ 4/58	260	1246
11	7/ 5/58	232	915
12	21/ 5/58	184	489
13	7/ 6/58	139	236
14	23/ 6/58	127	197
15	10/10/58	262	1436
16	4/11/58	278	1498
17	5/ 9/59	224	890

L'amplitude annuelle est comprise à ANSONGO, entre 1,60 m et 2,60 m.

5 - Station de FIRGOUN.

Coordonnées géographiques : latitude 14°51' N
longitude 0°52' E

Située en aval des rapides de LABBEZANGA, la station limnimétrique de FIRGOUN se trouve sur la rive gauche du NIGER et se compose de 2 échelles situées respectivement à la digue de séparation des casiers Nord et Sud et à l'ouvrage d'évacuation Sud ; échelles que le Service du

Génie Rural a installées dans une plaine inondable aménagée en rizière.

La première échelle (à la digue de séparation) a été installée en Juillet 1954 et lue régulièrement jusqu'en Septembre 1956.

La cote du zéro de l'élément de 0 à 3 m est :
222,23 m.

La cote du zéro de l'élément de 3 à 6 m est :
222,33 m.

A partir de Septembre 1956, les lectures ont été faites sur l'échelle aval dont la cote du zéro est :

- 222,74 m avant le 1/10/1959
- 222,65 m après le 1/10/1959.

L'amplitude annuelle maximale est de 2,80 m.

Par suite de la largeur de la section et de l'importance des zones d'épandage, il n'y a pas eu de mesure de débit à FIRGOUN et la station limnimétrique ne présente un intérêt que pour la détermination de la pente superficielle et surtout les variations des P.H.E.

6 - Station de TILLABERY.

Coordonnées géographiques : latitude 14°12' N
longitude 1°27' E

L'échelle est située sur la rive gauche du NIGER, en aval de la subdivision des Travaux Publics de TILLABERY.

Elle a été installée par les Travaux Publics en Mai 1953 et comprend 2 éléments en fonte scellés sur des piliers en béton.

Il semble que le pilier inférieur se soit enfoncé de 13 cm ; depuis quelle date ?

La cote du zéro de l'échelle est :

- Pour l'élément de 2,06 à 4,06 : 195,80 m
- Pour l'élément de 0,06 à 2,06 : 195,67 m.

Les lectures sont régulières depuis Mai 1953, mis à part une interruption de plusieurs mois en 1956.

Par suite d'une mauvaise implantation du pilier inférieur, les cotes inférieures à 0,20 m sont erronées.

Relevés antérieurs

En 1935, l'Office du NIGER a installé une échelle composée de 2 tronçons dont les zéros étaient cotés : 213,84 m et 216,23 m (nivellement O.N.). On n'a pu retrouver trace de cette échelle qui devait se trouver à l'aval du village africain.

Il semble également qu'un changement d'échelle a eu lieu en Juillet 1929 ; avant, les lectures étaient faites sur un madrier installé aux basses eaux et gradué depuis sa base ; l'enfoncement de celui-ci lors de sa mise en place porta le zéro réel à la graduation 0,50 m, le zéro inscrit se trouvant à 0,50 m sous le sol ; on ignore si les lectures ont été directes ou déduites de 0,50 m.

Nous possédons les relevés partiels des années 1924-1925-1926-1927 et 1928 et complets pour 1929-1930 et 1931, mais ces relevés se rattachent à une échelle dont la cote du zéro est inconnue et ne semblent pas utilisables.

Observations hydrologiques

Comme il n'est guère possible, par manque de section convenable, d'effectuer des jaugeages, l'intérêt de cette échelle est restreint à l'étude des pentes et de la propagation de la crue.

Le marnage est légèrement inférieur à 3 m.

7 - Station de DAÏKENA.

Coordonnées géographiques : latitude 14°10' N
longitude 1°29' E

En aval de TILLABERY, la station de DAÏKENA a été installée fin 1955 par le Genie Rural dans une plaine inondable aménagée pour l'agriculture.

L'échelle de la prise Nord-Est a été observée de Novembre 1955 à Avril 1956.

La cote du zéro est de 192,98 m.

Une deuxième échelle a été installée sur le fleuve en Juillet 1956 et est lue depuis cette date, avec quelques lacunes.

La cote du zéro de l'échelle actuelle est de : 194,04 m.

L'amplitude annuelle maximale est de : 2,80 m.

8 - Station de DEDIA.

Coordonnées géographiques : latitude 14°07' N
longitude 1°31' E

Cette échelle a été installée en 1955 au voisinage d'un aménagement du Genie Rural.

Elle a été lue d'une façon intermittente de Novembre 1955 à Mai 1959.

L'altitude du zéro de l'échelle est de : 192,94 m.

Le marnage est inférieur à 3 m.

9 - Station de NIAMEY.

Coordonnées géographiques : latitude 13°31' N
longitude 2°05' E

L'échelle actuelle est installée sur la rive gauche du NIGER en bas de la Centrale Electrique de NIAMEY.

Posée en Octobre 1952 par les Travaux Publics, elle est formée d'éléments en fonte scellés dans les piliers en béton.

La cote du zéro est de : 175,89 m (I.G.N.).

Relevés antérieurs

Il existe de nombreux relevés vraisemblablement relatifs à une seule échelle installée par l'Office du NIGER en 1928.

Nous possédons les relevés de 1928 à 1936 et de 1941 à nos jours de façon continue.

Les relevés de 1929 à 1936 sont rattachés au plan de comparaison de SANSANDING, soit l'altitude du zéro à 194,36 m (P.C.S.).

La courbe de corrélation entre les maximums à NIAMEY d'une part et à DIRE et GAO d'autre part, permet de déterminer avec une bonne précision la cote I.G.N. du zéro de l'échelle de l'Office du NIGER (1929-1936) qui est à 0,23 m au-dessus du zéro actuel, soit : 176,12 m (I.G.N.).

La corrélation fut établie entre NIAMEY et DIRE d'abord pour la période 1940-1960 (graphique N° 29) elle est représentée par la droite d'équation :

$$H_N = 0,84 H_D - 0,98$$

On y adjoint ensuite les 7 valeurs de 1929-1936 augmentées de + 0,23 m pour NIAMEY ; la nouvelle relation s'écrit :

$$H_N = 0,81 H_D - 0,82$$

L'écart maximal entre les 2 droites, dans la zone d'utilisation, est de 0,4%.

Les écarts des valeurs observées par rapport aux valeurs calculées sont au plus de + 3% et - 4,5%.

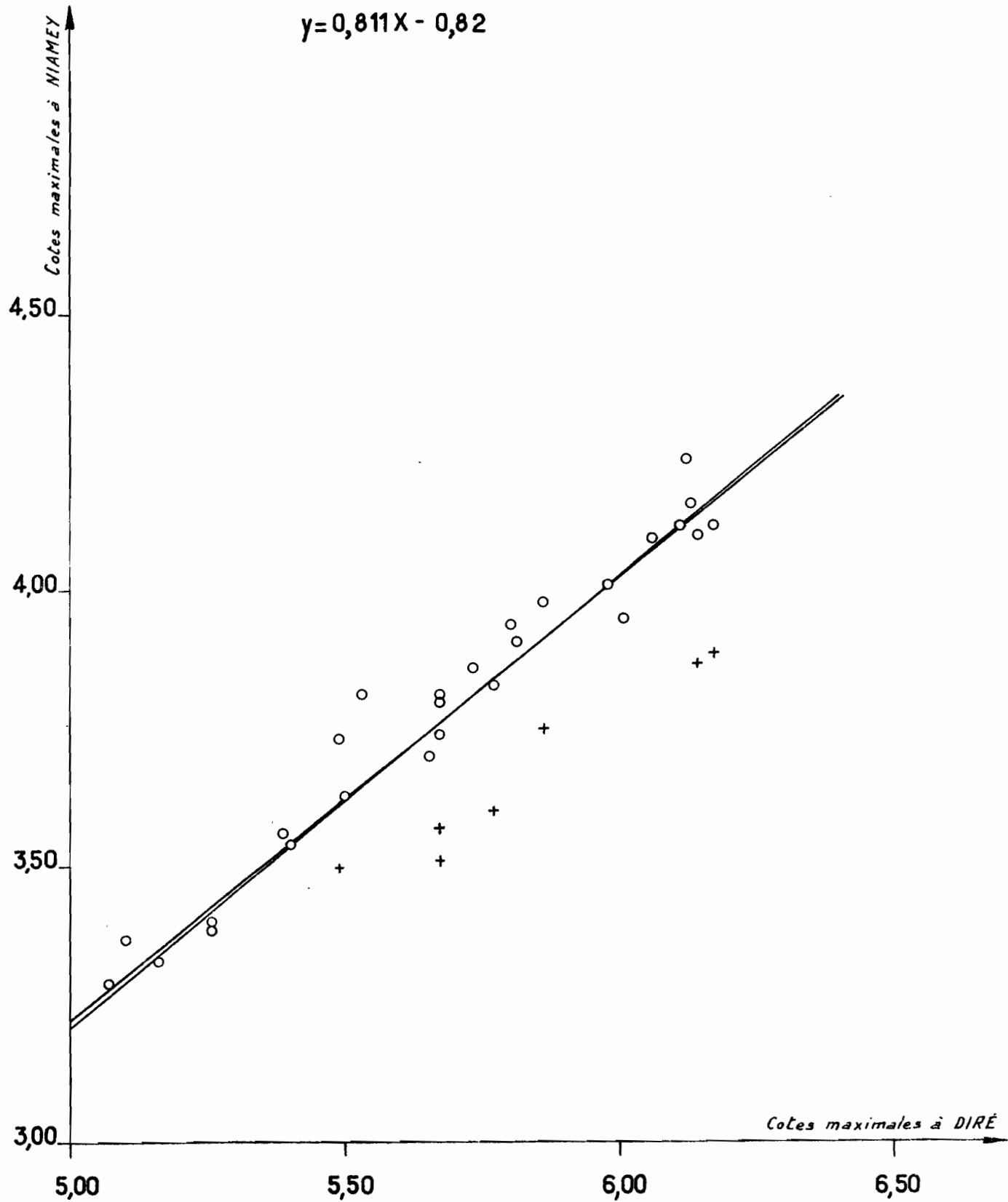
Le décalage de 0,23 m entre les zéros des 2 échelles est vérifié par la superposition des courbes d'étalonnage établies par l'O.N. en 1935 et la MEAN en 1955-1958 pour lesquelles l'écart maximal est de 3%.

Correspondances entre les hauteurs maximales à DIRÉ et à NIAMEY

Gr_29

+ 1929-36 avant correction

$$y = 0,811X - 0,82$$



Les relevés de 1941 à Septembre 1952 ont été rattachés à l'échelle actuelle par lectures simultanées aux 2 échelles entre Octobre 1952 et Juin 1953. L'écart est de 3 cm.

On peut donc admettre que de 1941 à Septembre 1952 la cote du zéro est de : 175,92 m (I.G.N.).

L'amplitude annuelle maximale est voisine de 4 m.

Jaugeages

Un premier étalonnage a été effectué par l'Office du NIGER en 1935-1936. De 1956 à 1958, la MEAN a effectué 17 jaugeages répartis sur l'ensemble du marnage. Le Service de l'Hydraulique du DAHOMEY avait effectué, en 1953, un jaugeage qui se place bien sur la courbe d'étalonnage établie par la MEAN.

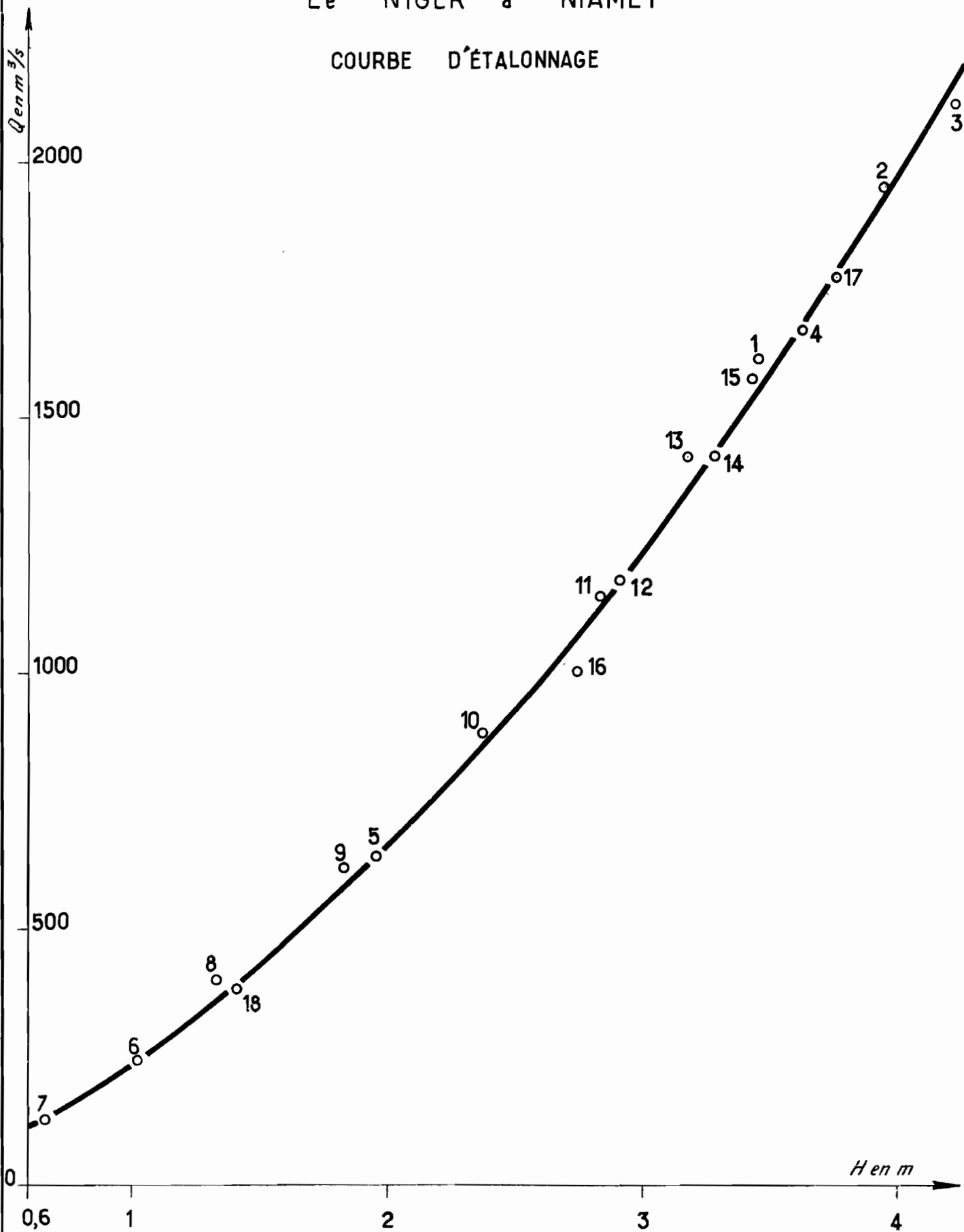
La section de jaugeages, située entre la Centrale Electrique et le bac de NIAMEY, est stable.

Liste des jaugeages effectués à NIAMEY depuis 1953 :

Numéros	Dates	H. cm	Q m ³ /s
1	13/11/53	346	1615
2	5/ 1/56	395	1950
3	17/ 2/56	423	2111
4	4/ 4/56	363	1671
5	15/ 5/56	196	645
6	11/ 6/56	103	243
7	28/ 6/56	067	130
8	13/ 8/56	134	402
9	20/ 8/56	184	620
10	1/ 9/56	238	884
11	10/ 9/56	284	1150
12	3/10/56	292	1185
13	7/11/56	318	1428
14	21/11/56	329	1425
15	11/12/56	343	1576
16	24/ 9/57	275	1006
17	3/ 1/58	377	1776
18	22/ 7/58	141	385

Le NIGER à NIAMEY

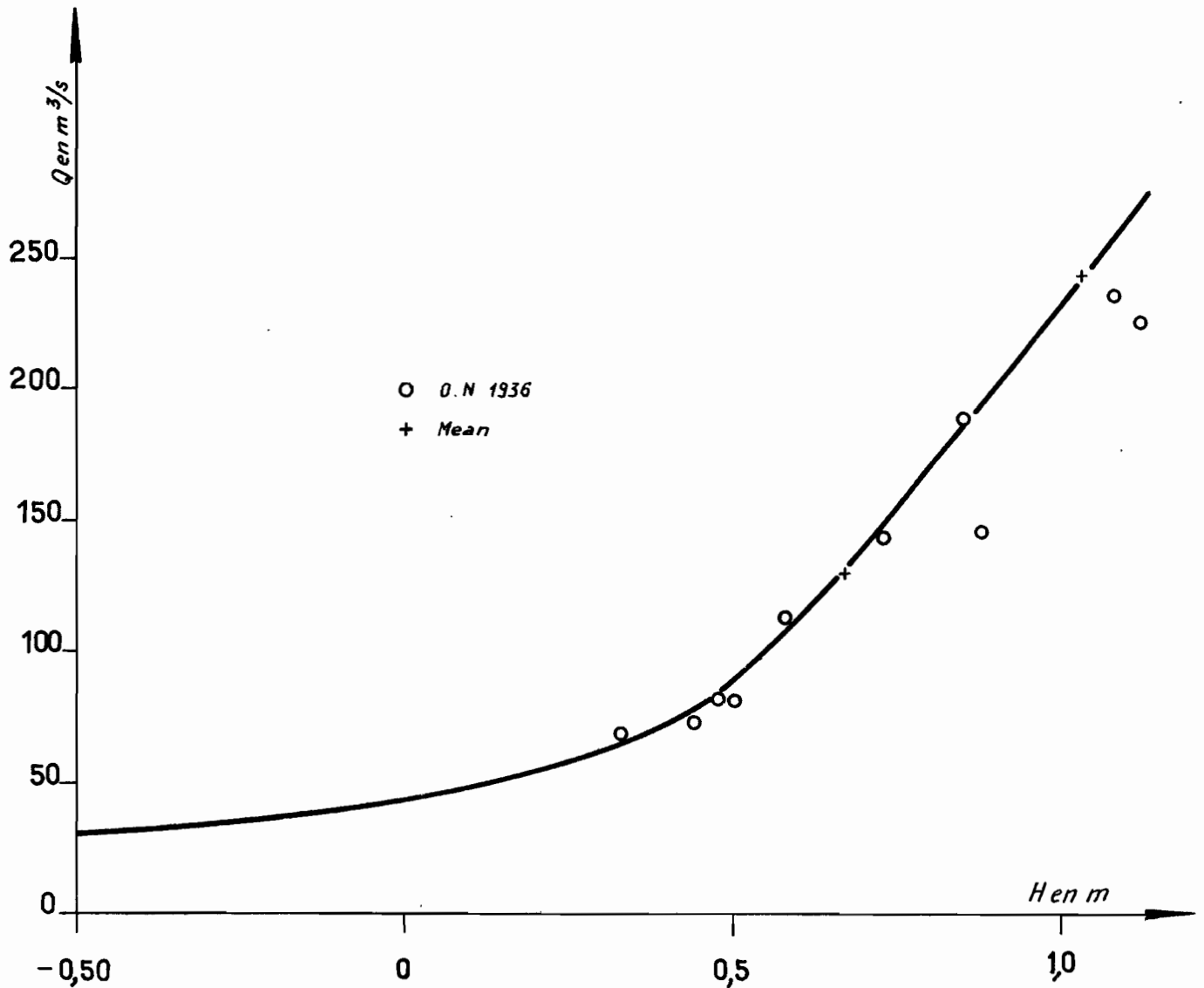
COURBE D'ÉTALONNAGE



Le NIGER à NIAMEY

COURBE D'ÉTALONNAGE

Basses - Eaux



Courbe d'étalonnage

Les jaugeages effectués par la MEAN sont bien répartis entre 130 m³/s et 2111 m³/s et on peut considérer le tarage de cette section pratiquement terminé.

Pour les basses eaux, la courbe provisoire a été établie à partir des jaugeages effectués par l'Office du NIGER en 1935 :

Date	Hauteur en cm	Hauteur rattachée à l'échelle actuelle	Débit
3/8/35	10	33	69,95 m ³ /s
5/8/35	27	50	81,5 m ³ /s
7/8/35	21	44	73,9 m ³ /s
8/8/35	25	48	82,6 m ³ /s
10/8/35	50	73	144,7 m ³ /s
10/6/36	35	58	113,2 m ³ /s

De nouvelles mesures permettent de préciser cette courbe, surtout pour des cotes inférieures à 0,40 m.

10 - Station de KOLO.

Coordonnées géographiques : latitude 13°18' N
longitude 2°19' E

Trois échelles de crue ont été installées par le Génie Rural en 1956 en bordure de la plaine inondable de KOLO aménagée par l'Agriculture.

La situation et l'altitude du zéro de chaque échelle sont :

- Echelle de DOUNGA-KOLO à l'ouvrage de prise Nord : 175,72 m.

- Echelle de KOLO-MOLLE à l'ouvrage de prise centrale : 174,37 m.

- Echelle de KOLO-aval à l'ouvrage d'évacuation Sud : 174,2 m.

Pour ces trois échelles, on dispose de lectures intermittentes de 1956 à 1959.

11 - Station de SAY.

Coordonnées géographiques : latitude 13°06' N
longitude 2°22' E

L'échelle est située sur la rive droite du NIGER, le long du débarcadère du port de SAY.

En service depuis le 20 Août 1953, une réfection des supports de l'échelle a entraîné un changement du zéro, en Juillet 1954 :

- Altitude du zéro : ancienne échelle : 171,71 m
- Altitude du zéro : échelle actuelle : 171,53 m.

La station de SAY, uniquement limnimétrique, permet l'étude de la propagation de la crue et la détermination de la pente superficielle.

Par suite de l'implantation défectueuse de l'élément de basses eaux, les lectures inférieures à 0,70 m sont sans valeur.

12 - Station de KOULOU.

Coordonnées géographiques : latitude 12°13' N
longitude 3°04' E

Cette station limnimétrique, en service depuis 1943, a été installée par le Génie Rural au bord de la cuvette lacustre de KOULOU, aménagée par l'Agriculture.

On possède des relevés assez complets pour les années 1943 à 1952 avec une interruption en 1948 et 1949.

L'altitude du zéro de l'échelle : 179,51 m, semble erronée.

13 - Station de MALANVILLE.

Coordonnées géographiques : latitude 11°53' N
longitude 3°24' E

La station de MALANVILLE est en service depuis Juin 1952.

L'échelle actuelle est scellée scellée sur la dernière file rive droite du pont qui relie MALANVILLE à GAYA.

Avant 1959, l'échelle était installée également sur la rive droite du fleuve, près de l'embarcadère du bac, soit à quelques mètres en aval de l'emplacement du futur pont.

La cote du zéro de l'ancienne échelle est la même que celle du zéro actuel : 155,13 m.

Le calcul a montré d'autre part, que l'influence du rétrécissement brusque du lit du fleuve, encombré des 17 piles du pont, était négligeable sur les cotes à l'échelle. En effet, la surélévation du plan d'eau amont varie de 0,5 à 1 mm lorsque la vitesse moyenne varie de 0,7 à 1 m/s.

Le pont n'apporte donc aucun changement au tarage de la station.

Jaugeages

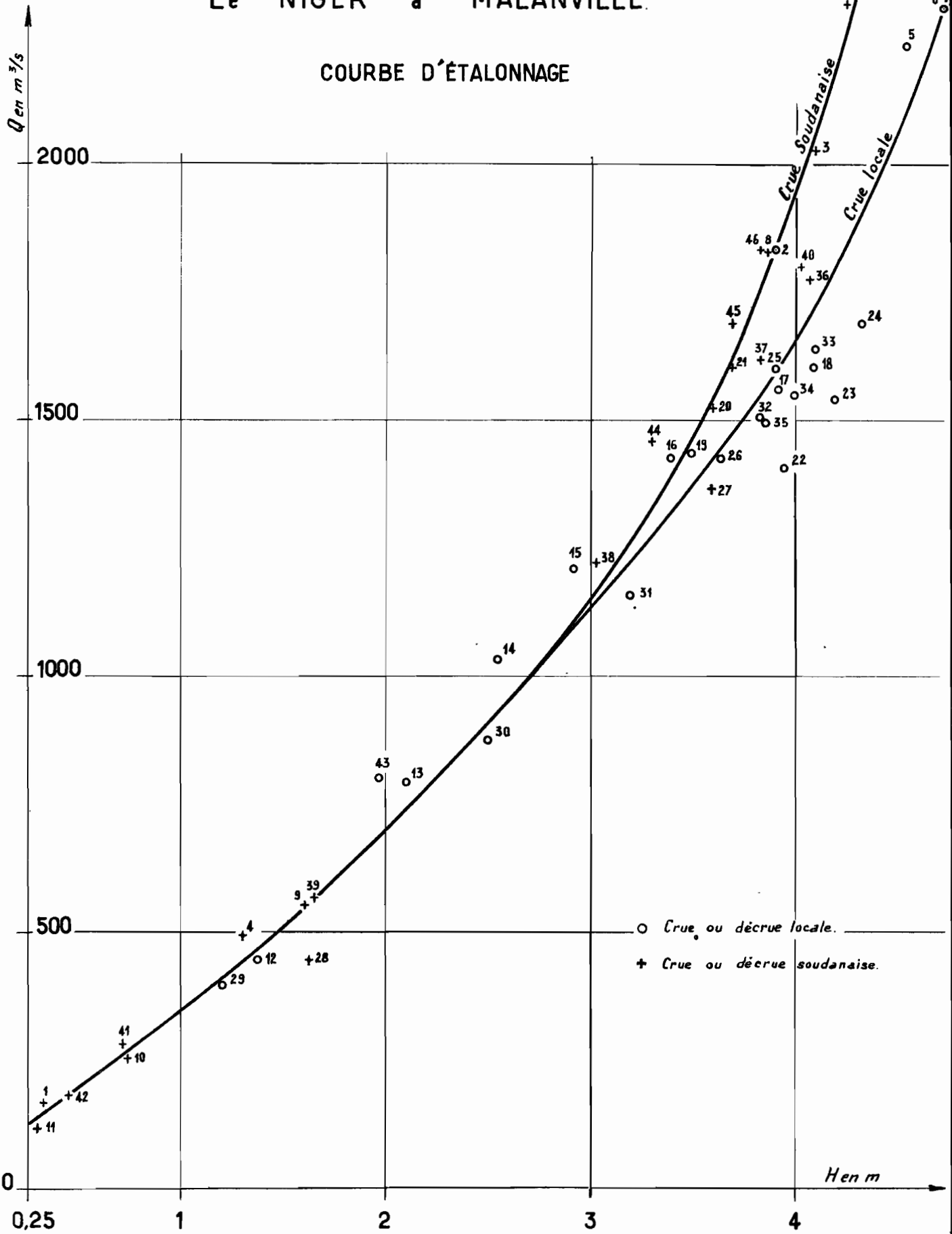
La section de jaugeages est située à 200 m en amont du pont de MALANVILLE. 46 jaugeages, régulièrement répartis entre 118 m³/s et 2300 m³/s, ont été effectués depuis 1952 :

Numéros	Dates	H. cm	Q m ³ /s	Observations
1	27/ 7/52	033	170	D.S.
2	3/11/52	390	1830	D.L.
3	31/ 1/53	410	2025	C.S.
4	27/ 5/53	130	495	D.S.
5	17/ 9/53	456	2229	C.L.
6	14/10/55	473	2300	D.L.
7	28/ 1/56	426	2310	C.S.
8	13/ 4/56	387	1824	D.S.
9	25/ 5/56	161	553	D.S.
10	19/ 6/56	074	255	D.S.
11	12/ 7/56	030	118	D.S.
12	8/ 8/56	137	450	C.L.
13	16/ 8/56	210	792	C.L.
14	29/ 8/56	255	1030	C.L.
15	4/ 9/56	292	1207	C.L.
16	12/ 9/56	340	1423	C.L.
17	2/ 9/56	392	1559	C.L.
18	25/ 9/56	409	1600	D.L.
19	13/11/56	351	1434	D.L.
20	5/12/56	361	1520	C.S.
21	19/12/56	370	1600	C.S.
22	2/ 9/57	396	1404	C.L.
23	10/ 9/57	421	1538	C.L.
24	26/ 9/57	433	1683	D.L.
25	15/10/57	390	1597	D.L.
26	27/10/57	365	1423	D.L.
27	28/11/57	360	1362	C.S.
28	30/ 5/58	162	448	D.S.
29	24/ 7/58	121	400	C.L.
30	14/ 8/58	251	875	C.L.
31	5/ 9/58	319	1156	C.L.
32	17/ 9/58	383	1503	C.L.
33	24/ 9/58	410	1638	D.L.
34	26/ 9/58	400	1547	D.L.
35	3/10/58	386	1494	D.L.
36	13/ 3/59	407	1771	D.S.
37	1/ 4/59	383	1613	D.S.
38	21/ 4/59	303	1219	D.S.
39	13/ 5/59	166	565	D.S.
40	4/ 2/60	403	1796	C.S.
41	27/ 7/61	072	284	D.S.
42	29/ 7/61	046	183	D.S.
43	21/ 8/61	197	801	C.L.
44	15/11/61	331	1457	
45	4/ 1/61	370	1687	C.S.
46	24/ 1/61	383	1830	C.S.

Le NIGER à MALANVILLE.

COURBE D'ÉTALONNAGE

Gr.32



Courbe d'étalonnage

L'étalonnage de la station de MALANVILLE est assez délicat.

La présence d'une crue mixte due en partie aux affluents locaux de la rive droite, en partie aux apports tardifs du NIGER Supérieur, crée des variations de pente qui conduisent à des débits variables avec la hauteur d'eau en fonction de la pente. La courbe d'étalonnage n'est donc pas univoque dans son ensemble.

Seule, la courbe correspondant aux basses eaux et à la crue soudanaise (c'est-à-dire pour la période de Décembre à Juin) est univoque. Les variations de pente modifient chaque année la courbe hauteurs-débits de la période Juillet-Novembre en fonction de l'ampleur des crues des affluents locaux.

Sur le graphique ci-joint, nous avons tracé la courbe univoque correspondant à la crue soudanaise et une deuxième courbe correspondant à la crue locale. Il est évident que cette dernière n'est qu'une courbe moyennée approchée. Il serait nécessaire d'en établir une pour chaque crue locale pour avoir une meilleure estimation des débits, mais nous ne disposons pas d'un nombre suffisant de mesures de débits pour effectuer ce travail.

L'amplitude annuelle maximale est de 5,20 m pour la crue locale et de 4,20 m pour la crue soudanaise.

14 - Station de GAYA.

Coordonnées géographiques : latitude 11°53' N
longitude 3°27' E

L'échelle de GAYA, mise en service le 24 Juillet 1915, était située sur la rive gauche du NIGER, vraisemblablement au droit de l'actuelle subdivision des Travaux Publics.

A l'origine, c'était un ronier gradué ; en Mai 1927, une règle graduée est placée contre le ronier ; elle est remplacée en Avril 1928 par une deuxième règle de 4 m graduée en décimètres.

Il semble que ces différentes échelles soient à un même zéro inconnu.

Il est possible de trouver les relevés suivants :

- 1915-1916-1917, 1920, 1927, 1931-1932 (relevés partiels)
- 1928-1929-1930 (relevés complets).

Leur utilisation, pour augmenter la période d'observation à MALANVILLE, n'est pas possible :

- a) parce que le zéro de GAYA est inconnu.
- b) à cause de l'influence perturbatrice de la SOTA.

B - AFFLUENTS RIVE DROITE du NIGER -

I - BASSIN du GOROUOL (superficie : 45 000 km²)

a) Station d'ALCONGUI sur le GOROUOL.

Coordonnées géographiques : latitude 14°45' N
longitude 0°36' E

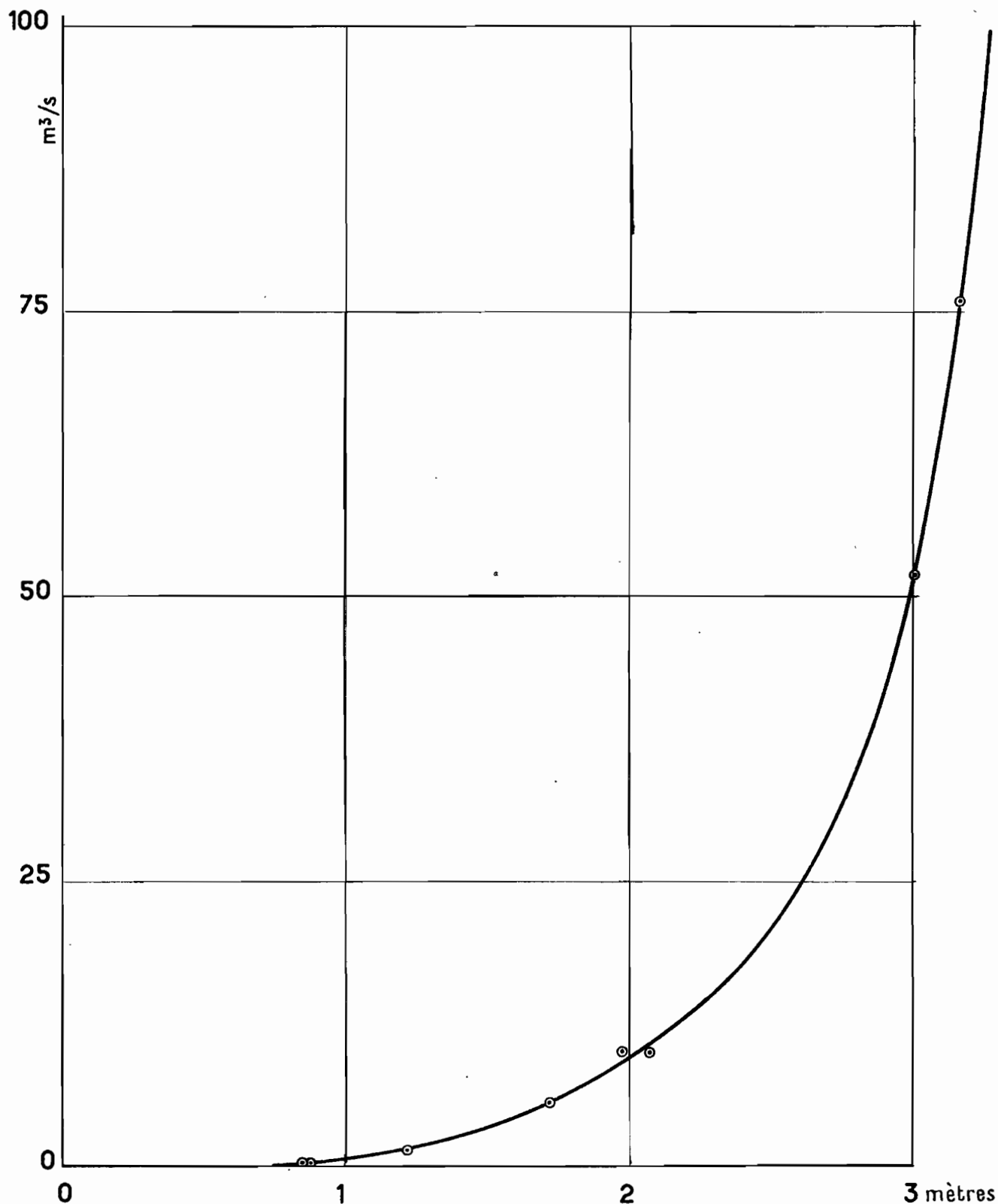
Superficie du bassin versant : 44 855 km².

La station d'ALCONGUI est située sur la rive droite du GOROUOL, au droit du village d'ALCONGUI, à mi-chemin entre YATAKALA et le NIGER.

L'échelle est en service depuis le 20 Mai 1957 et a été pratiquement lue sans interruption. Il manque toutefois un élément de hauteurs eaux, ce qui n'a pas permis d'établir le relevé des hauteurs d'eau supérieures à 3 m lors des crues de 1958 et 1959.

Le rattachement de l'échelle au nivellement I.G.N. n'a pas encore été effectué, la borne la plus proche se trouvant sur la rive gauche du NIGER sur la route GAO-NIAMEY.

Courbe d'étalonnage



Jaugeages

8 jaugeages, effectués de 1957 à 1961, sont répartis entre 0,26 et 76 m³/s. La courbe d'étalonnage est provisoire par suite de l'absence de jaugeage aux moyennes eaux.

Numéros	Dates	Hauteurs en cm	Débits m ³ /s
1	23/ 9/57	207	10
2	27/ 9/57	172	5,7
3	17/10/57	122	1,4
4	13/11/57	088	0,26
5	3/ 9/58	300	52
6	13/ 9/58	325	76
7	7/ 8/61	198	10,1
8	22/12/61	085	0,31

L'étalonnage de la station est freiné par la quasi-inaccessibilité d'ALCONGUI, durant l'hivernage.

L'amplitude annuelle maximale est de : 2,40 m.

b) Station de KORIZIENA sur le GOROUOL.

Coordonnées géographiques : latitude 14°22' N
longitude 0°02' W

Superficie du bassin versant : 2520 km².

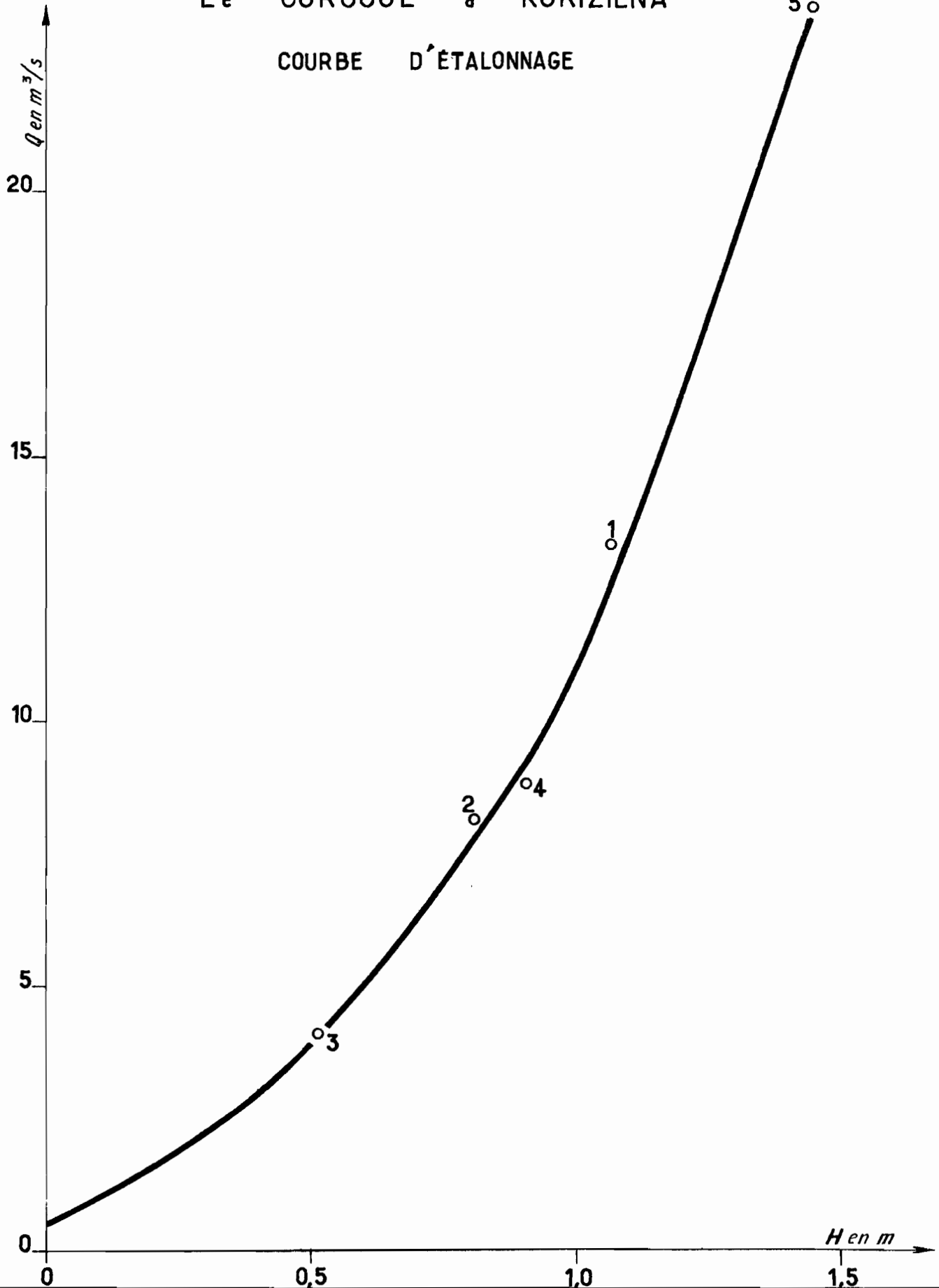
L'échelle de KORIZIENA a été installée durant l'hivernage 1956, sur le GOROUOL Supérieur, à la traversée de la piste DORI-MARKOY.

Nous ne possédons que les relevés effectués en 1957 par un mission de l'O.R.S.T.O.M. travaillant sur des bassins expérimentaux près de DORI. La cote du zéro est inconnue.

Le GOROUOL à KORZIENA

Gr.34

COURBE D'ÉTALONNAGE



Jaugeages

5 jaugeages ont été effectués en 1956 et 1957 entre 4 et 23,4 m³/s.

Numéros	Dates	Hauteurs en cm	Débits m ³ /s
1	15/9/56	107	13,3
2	20/9/56	81	8,1
3	26/9/56	51	4,0
4	3/8/57	91	8,8
5	7/8/57	145	23,4

La courbe d'étalonnage, provisoire, permet de se faire une idée de l'importance relative des écoulements du GOROUOL Supérieur.

Le marnage a été, en 1957, de 1,60 m.

c) Station du GOUDEBO.

Coordonnées géographiques : latitude 14°10' N
longitude 0°04' W

Superficie du bassin versant : 1930 km².

La station sur le GOUDEBO, affluent rive droite du GOROUOL Supérieur, est située à la traversée de la route DORI-MARKOY.

Nous possédons les relevés (peu sûrs) des hauteurs d'eau du 16 Juillet à Septembre 1956 et de Mai à Août 1957 (Hydraulique de HAUTE-VOLTA).

L'altitude du zéro de l'échelle est inconnue.

3 jaugeages ont été effectués en 1956 ; ils ne permettent pas de tracer une courbe d'étalonnage.

Numéros	Dates	Hauteurs en cm	Débits m ³ /s
1	20/9/56	050	1,83
2	24/9/56	043	1,8
3	26/9/56	024	0,7

Le marnage a été, en 1956, de 1,80 m.

d) Station du FELLEOL.

Coordonnées géographiques : latitude 14°12' N
longitude 0°04' W

Superficie du bassin versant : 445 km².

La station limnimétrique sur le FELLEOL, affluent rive gauche du GOUDEBO, est située à la traversée de la route DORI-MARKOY. Cette échelle a été lue de Mai à Août 1957. Relevés peu sûrs.

La cote du zéro est inconnue.

Le marnage a été, en 1957, de 1,40 m.

II - BASSIN du DARGOL - (Superficie : 7000 km²).

a) Station de TERA.

Coordonnées géographiques : latitude 14°01' N
longitude 0°45' E

Superficie du bassin versant : 2570 km².

Cette station serait en service depuis début 1954 mais les relevés de hauteurs d'eau ont disparu. Les lectures ont été faites sur un I.P.N. gradué, scellé contre la dernière file rive droite du pont de TERA.

Cette échelle a été rattachée à un repère dont nous ignorons la cote (son zéro était à : 2,13 m en-dessous dudit repère).

Une deuxième échelle a été posée à 50 m en aval du pont, en 1958 vraisemblablement, et au même zéro ; elle est détruite.

Nous possédons les relevés de hauteurs d'eau de 1957 (partiels), 1958 et 1959.

L'amplitude maximale du plan d'eau est voisine de 3 m.

Jaugeages

4 jaugeages, effectués de 1957 à 1959, permettent de tracer une courbe d'étalonnage pour les basses eaux.

Numéros	Dates	Hauteurs en cm	Débits m ³ /s
1	20/ 9/57	062	2,1
2	16/10/57	030	0,7
3	5/11/57	020	0,45
4	18/ 9/59	176	6,8

b) Station de KAKASSI.

Coordonnées géographiques : latitude 13°51' N
longitude 1°28' E

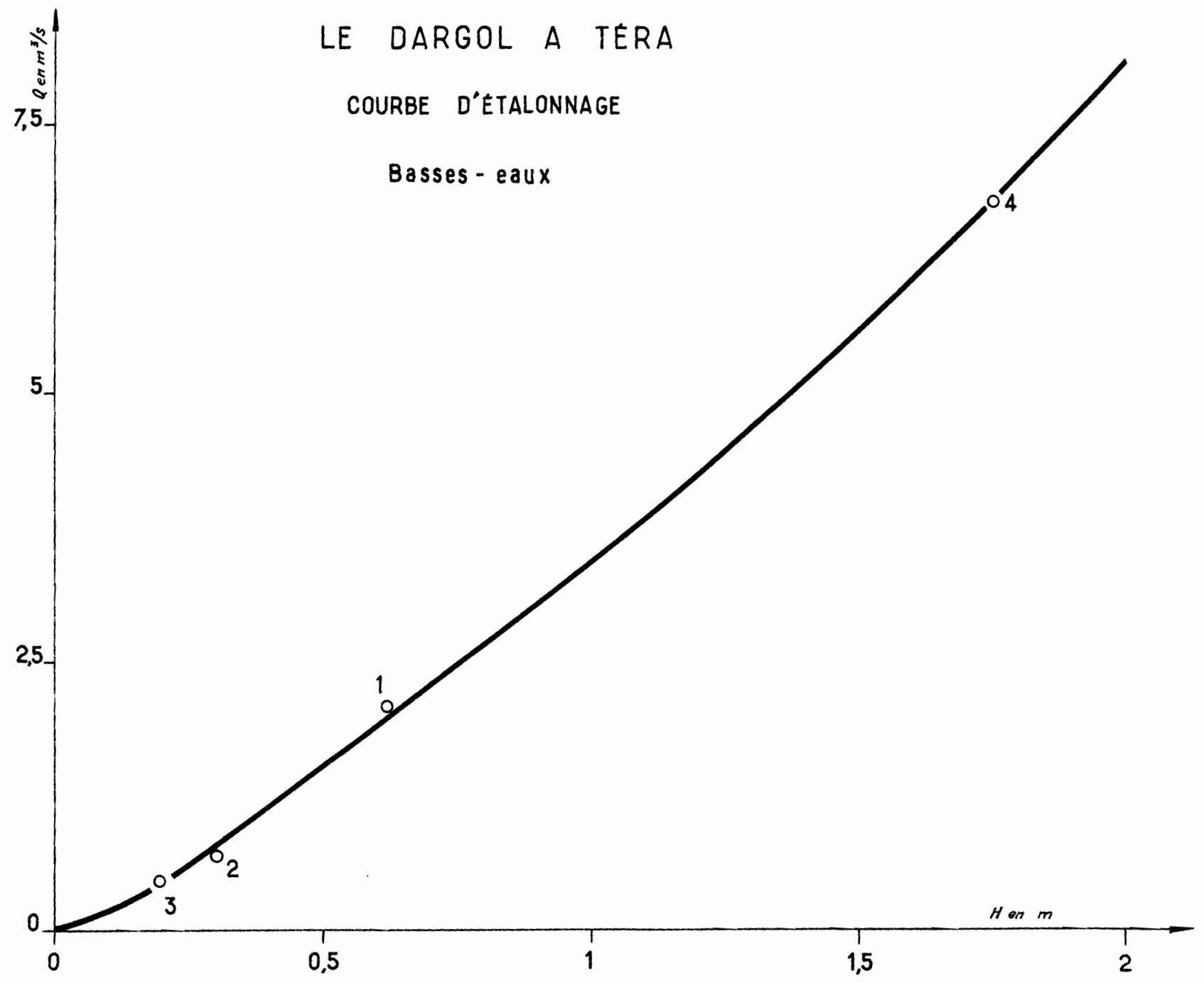
Superficie du bassin versant : 6940 km².

L'échelle de KAKASSI, scellée sur une pile du pont de la route GOTHEYE-TERA, a été mise en service en Juin 1956; on en possède des relevés à peu près complets de 1957 à 1960.

Par suite des remous dus aux piles de pont, les lectures sont, aux hautes eaux, très précises. En outre, pour des hauteurs supérieures à 3 m, le pont est en charge et l'eau en submerge les voies d'accès.

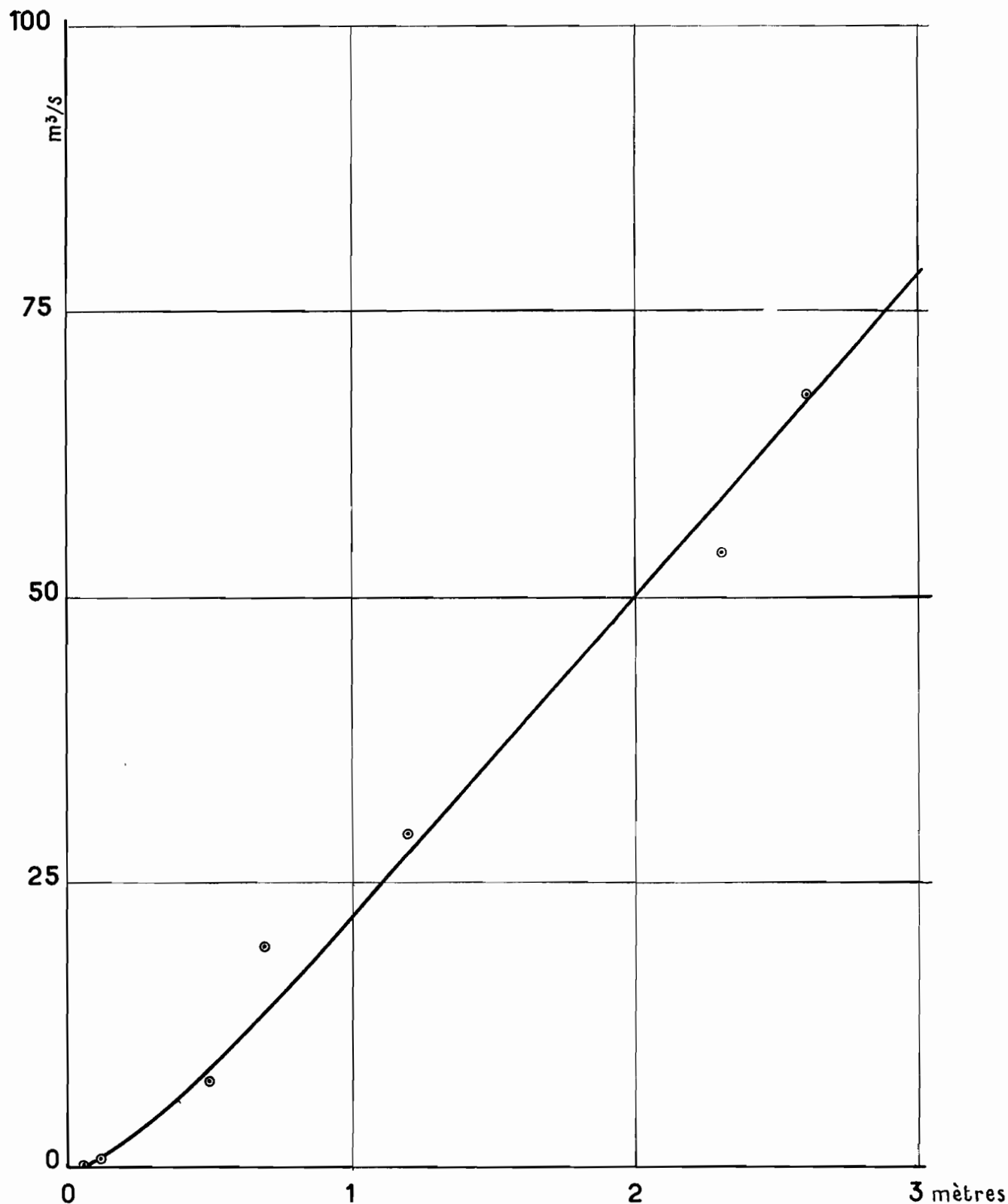
ORSTOM
Ao
DATE : 2-62
DESSINE : J. Mélaye
NIG 71060

LE DARGOL A TÈRA
COURBE D'ÉTALONNAGE
Basses - eaux



Gr-35

Courbe d'étalonnage



L'altitude du zéro de l'échelle est inconnue.

Jaugeages

7 jaugeages, régulièrement répartis entre 0,3 et 67,8 m³/s, permettent de tracer une courbe d'étalonnage provisoire.

Numéros	Dates	Hauteurs en cm	Débits m ³ /s
1	19/ 9/57	050	7,5
2	16/10/57	012	0,7
3	5/11/57	006	0,3
4	22/ 8/58	260	67,8
5	2/ 9/58	230	53,8
6	10/ 9/58	120	29,2
7	18/ 9/59	070	19,5

L'amplitude maximale du plan d'eau est supérieure à 3 m.

III - BASSIN de la SIRBA - (Superficie : 38 750 km²).

a) Station du FAGA à YALOGO.

Coordonnées géographiques : latitude 13°35' N
longitude 0°16' W

Cette station, située sur un affluent rive gauche de la SIRBA, se trouve sur le radier de la route-déversoir reliant OUAGADOUGOU à TERA.

On ne possède aucun renseignement sur la date de mise en service de l'échelle (1954 peut-être), la cote de son zéro et l'existence de relevés de hauteurs d'eau (sûrement sporadiques).

Un jaugeage a été effectué le 20 Septembre 1956 et donne un débit de 37 m³/s pour une lame d'eau de 0,15 m au déversoir.

Cette échelle a peu d'intérêt car elle donne simplement les niveaux de la retenue de YALOGO sur le FAGA.

b) Station du KOULOUOKO à NIEGHA.

Coordonnées géographiques : latitude 12°30' N
longitude 0°30' W

Superficie du bassin versant : 1010 km².

Située sur le KOULOUOKO, branche amont de la SIRBA, la station de NIEGHA, à la traversée de la route BOULSA KOUPELA, a été mise en service en 1960 et observée intégralement au cours de l'hivernage par l'O.R.S.T.O.N. qui étudiait le bassin versant.

Jaugeages

7 jaugeages, compris entre 0,02 et 3,97 m³/s, ont permis l'étalonnage des basses et moyennes eaux :

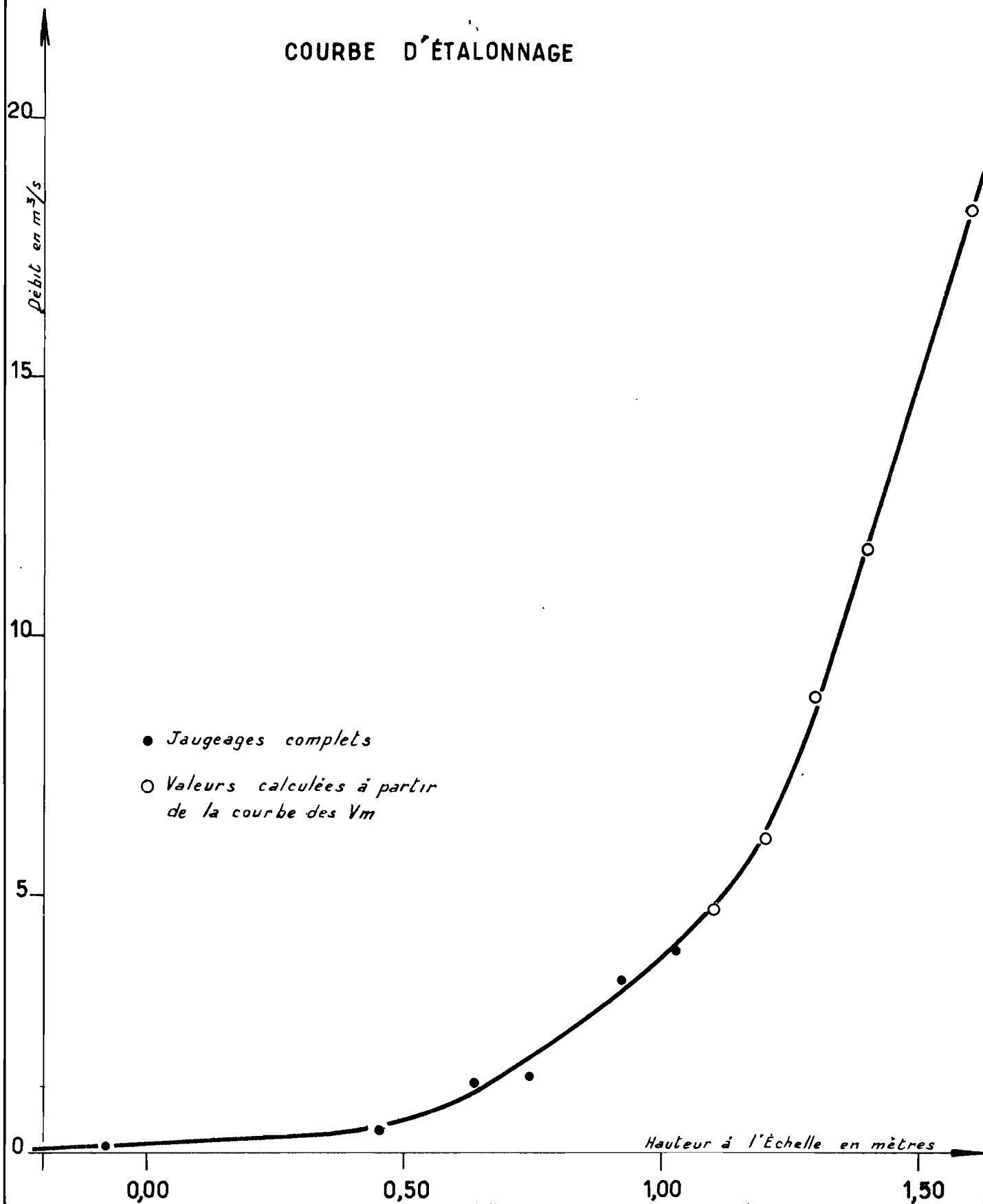
Numéros	Hauteurs en cm	Débits en m ³ /s
1	034	0,02
2	008	0,12
3	045	0,41
4	063	1,36
5	074	1,49
6	092	3,35
7	103	3,97

Le marnage a été, en 1960, voisin de 2 m.

Les débits de hautes eaux ont été calculés avec une assez bonne précision à l'aide des sections mouillées et des vitesses de courant.

Le KOULOUOKO à NIEGHA

COURBE D'ÉTALONNAGE



c) Station de la SIRBA à GARBE-KOUROU.

Coordonnées géographiques : latitude 13°44' N
 longitude 1°37' E

Superficie du bassin versant : 38 710 km².

L'échelle est située sur la rive gauche de la SIRBA entre les villages de KOUEREZENO et de GARBE-KOUROU, à 5 km en amont de son confluent avec le NIGER.

La station est en service depuis le 14 Juin 1956 et nous possédons les relevés complets jusqu'en 1958. Ceux de 1959 et 1960 sont inutilisables.

L'altitude du zéro de l'échelle n'a pas encore été déterminée.

Jaugeages

8 jaugeages ont été effectués entre 1956 et 1960. Ils sont régulièrement répartis sur la courbe d'étalonnage entre 6,7 et 477 m³/s.

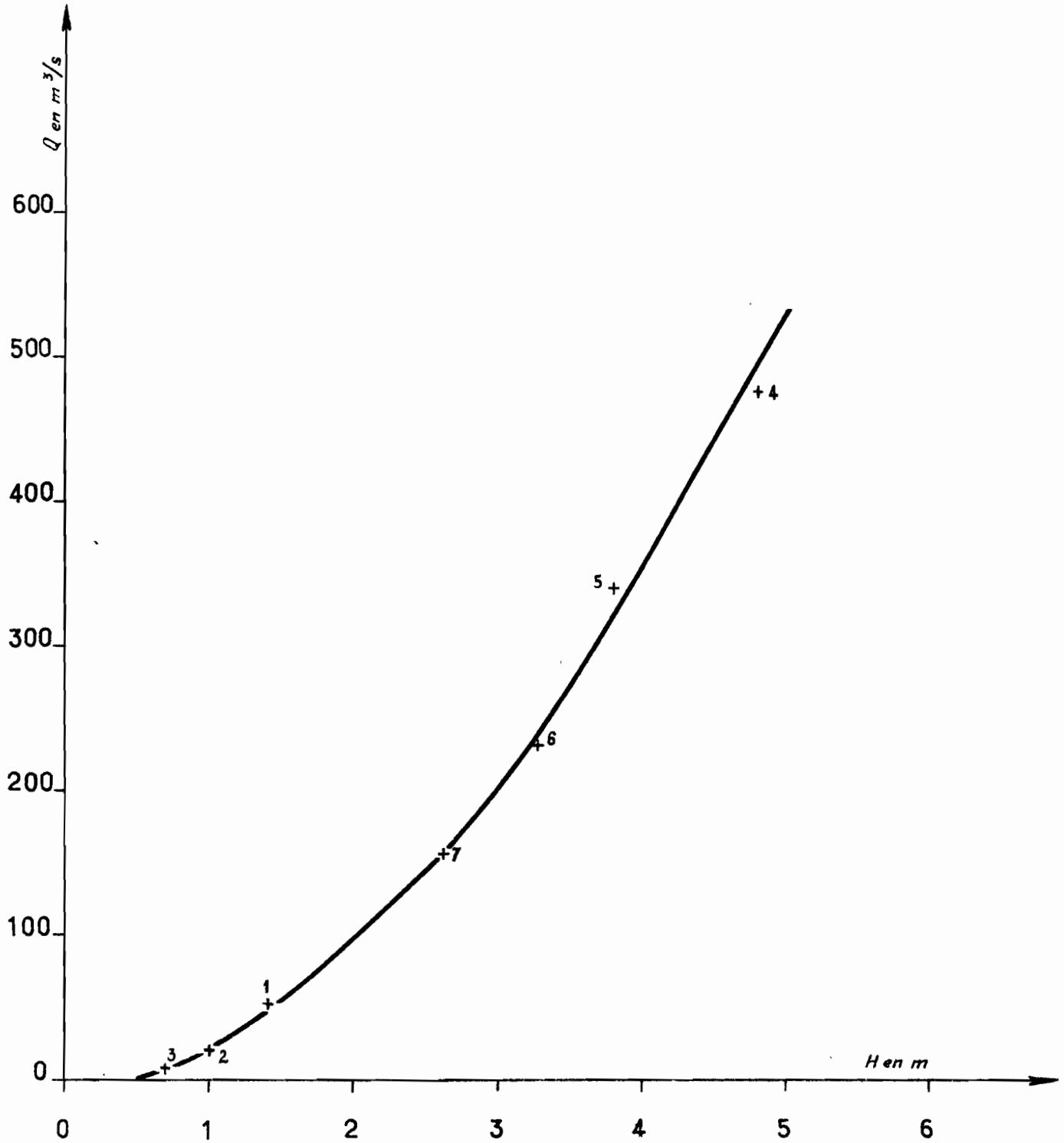
Numéros	Dates	Hauteurs en cm	Débits m ³ /s
1	8/11/56	140	50
2	19/11/56	100	20
3	3/12/56	070	6,7
4	10/ 9/58	480	477
5	16/ 9/58	380	339
6	22/ 9/	327	231
7	1/10/58	262	156
8	24/11/60	(1)	12

(1) Echelle renversée : un repère a été placé.

Le marnage a été, en 1958, voisin de 4,50 m.

LA SIRBA A GARBÉ - KOUROU

COURBE D'ÉTALONNAGE



IV - BASSIN du GOROUBI - (Superficie 15 500 km²).

Station de la route de SAY.

Coordonnées géographiques : latitude 12°57' N
longitude 2°16' E

Superficie du bassin versant : 15 345 km².

L'échelle est située à la traversée de la route SAY-TAMOU à une dizaine de kilomètres du confluent GOROUBI-NIGER.

Les quelques relevés de cette station, qui a été mise en service en 1954, sont inutilisables.

L'échelle n'a plus été observée à partir de 1956.

La cote de son zéro est inconnue.

V - BASSIN du DIAMANGO - (Superficie : 4400 km²).

Station de TAMOU.

Coordonnées géographiques : latitude 12°46' N
longitude 2°11' E

Superficie du bassin versant : 4025 km².

Située à la traversée de la route SAY-TAMOU, à proximité du village de TAMOU, l'échelle a été mise en service en 1954.

Les seuls relevés que l'on possède de Juin à Novembre 1955 sont inutilisables.

La cote du zéro est inconnue.

VI - BASSIN de la TAPOA - (Superficie 5500 km²).

a) Station de DIAPAGA.

Coordonnées géographiques : latitude 12°08' N
longitude 1°46' E

Superficie du bassin versant : 2085 km².

Installée par le Service de l'Hydraulique de HAUTE-VOLTA en 1956, l'échelle est située en amont de la chaussée submersible de la route KANTCHARI-DIAPAGA, et ne reflète que les variations de la mare de DIAPAGA.

La cote du zéro est inconnue.

On possède les relevés complets de 1956, année pour laquelle le marnage fut de 0,17 m.

b) Station des Gorges.

Coordonnées géographiques : latitude 12°28' N
longitude 2°25' E

Superficie du bassin versant : 5325 km².

Près du campement des Eaux et Forêts, à l'entrée de la réserve de chasse du "W", l'échelle dite des gorges est située en amont des chutes de la TAPOA.

Elle ne semble pas avoir été lue.

VII - BASSIN de la MEKROU - (Superficie 10 500 km²).

a) Station de la route de KOMPONGOU.

Coordonnées géographiques : latitude 11°24' N
longitude 2°12' E

Superficie du bassin versant : 5665 km².

L'échelle est située à la traversée de la route BANIKOARA-KOMPONGOU, sur le cours moyen de la MEKROU.

Anciennement en bois gradué, elle n'était pas observée ; des éléments émaillés ont été installés en 1958 et l'on possède les relevés complets depuis cette date.

La cote du zéro est inconnue.

L'amplitude maximale est voisine de 6 m.

Jaugeages

Deux jaugeages de basses eaux ont été effectués.

Dates	Hauteurs en cm	Débits en m ³ /s
18/ 5/53	026	0,008
22/12/60	099	2,6

La mauvaise accessibilité de cette station durant les 6 mois de hautes eaux rend très précaire l'espoir de l'étalonner un jour.

b) Station de BAROU.

Coordonnées géographiques : latitude 12°21' N
longitude 2°45' E

Superficie du bassin versant : 10 500 km².

Cette station a été installée en Mai 1961 sur le cours inférieur de la MEKROU, immédiatement en amont des rapides de BAROU, soit à une dizaine de kilomètres de son confluent avec le NIGER.

Malgré son inaccessibilité par voie terrestre durant l'hivernage, des relevés de hauteurs d'eau et des mesures de débit ont été effectués en 1961 à BAROU ; ils

apporteront des précisions sur le régime de cet affluent dahoméen. On a dû installer un limnigraphe car le pays est inhabité ; chaque mois, l'hydrologue de l'O.R.S.T.O.M. venait par bateau contrôler l'enregistreur et faire des jaugeages.

La possibilité d'un aménagement hydro-électrique des chutes de BAROU a permis la prise en charge de ces études hydrologiques coûteuses.

VIII - BASSIN de l'ALIBORI - (Superficie : 13 650 km²).

a) Station de SINAOU sur le DAROU.

Coordonnées géographiques : latitude 10°10' N
longitude 2°12' E

Superficie du bassin versant : 60 km².

L'échelle est située sur le DAROU, affluent de l'ALIBORI Supérieur, au passage de la route de FÔ à NATTI-TINGOU à proximité du village de SINAOU.

En service depuis Mai 1954, l'échelle est régulièrement lue.

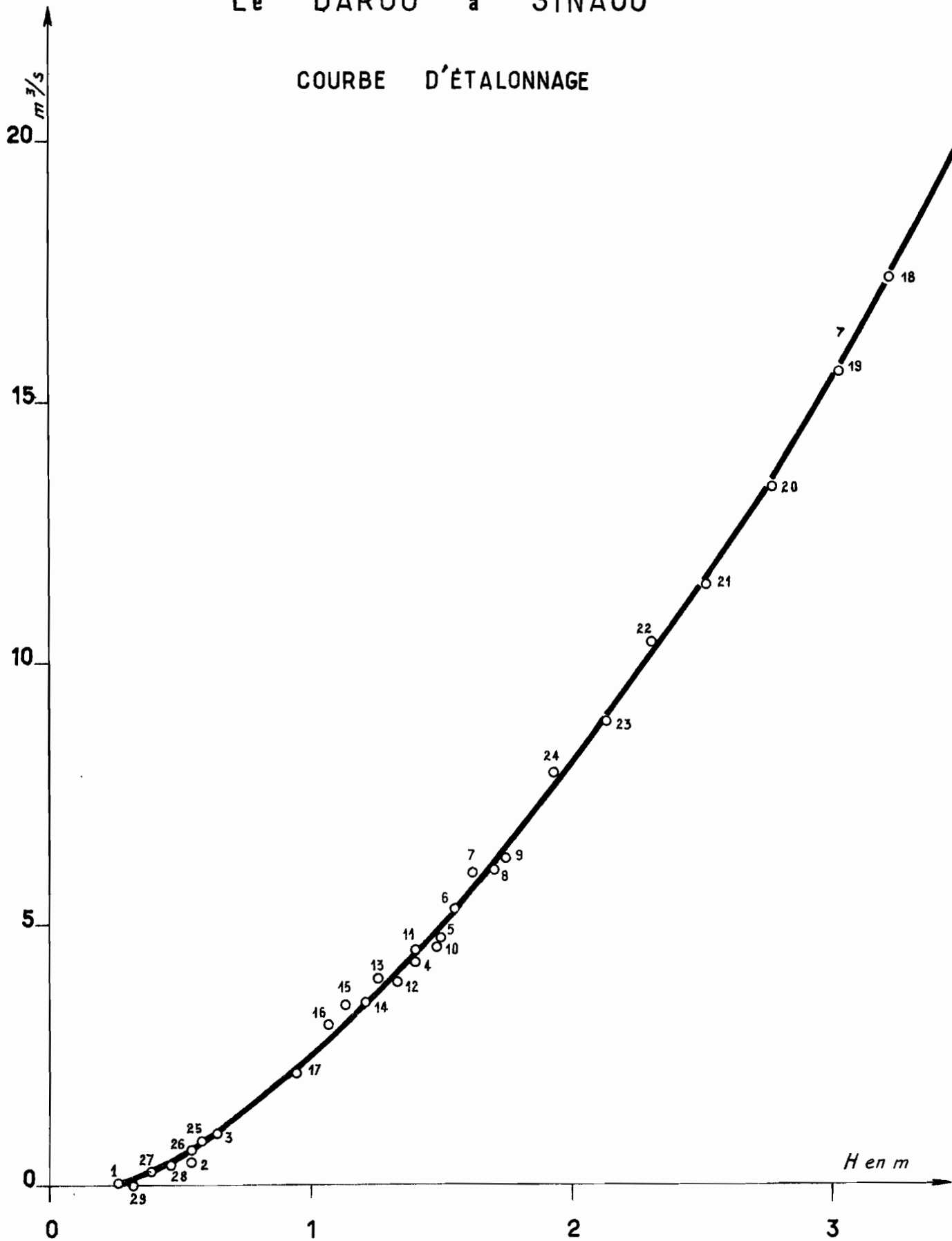
La cote du zéro de l'échelle est inconnue.

L'amplitude maximale est de 3,50 m.

Jaugeages

29 jaugeages, régulièrement répartis entre 0 et 17,4 m³/s, ont permis l'établissement d'une courbe d'étalonnage définitive.

COURBE D'ÉTALONNAGE



Numéros	Dates	H. cm	Q m ³ /s
1	12/ 6/54	026	0,001
2	22/ 9/54	054	0,47
3	3/ 9/57	064	1
4	5/ 9/57	140	4,6
5	5/ 9/57	150	4,75
6	5/ 9/57	155	5,6
7	5/ 9/57	162	6
8	5/ 9/57	170	6,1
9	5/ 9/57	174	6,25
10	5/ 9/57	148	4,55
11	5/ 9/57	140	4,50
12	5/ 9/57	133	3,8
13	5/ 9/57	126	3,9
14	5/ 9/57	121	3,5
15	5/ 9/57	113	3,45
16	5/ 9/57	106	3,05
17	5/ 9/57	094	2,15
18	8/ 9/57	322	17,4
19	8/ 9/57	303	15,6
20	8/ 9/57	277	13,4
21	8/ 9/57	252	11,5
22	8/ 9/57	231	10,4
23	8/ 9/57	213	8,9
24	8/ 9/57	193	7,9
25	8/ 9/57	058	0,84
26	8/ 9/57	054	0,67
27	25/10/57	039	0,27
28	26/10/57	046	0,35
29	30/11/57	032	0

b) Station de la route de BANIKOARA.

Coordonnées géographiques : latitude 11°14' N
 longitude 2°40' E

Superficie du bassin versant : 8165 km².

La station se trouve sur la rive droite de l'ALI-BORI à la traversée de la route KANDI-BANIKOARA, à environ 40 km de chaque ville.

L'échelle, en service depuis le 1^{er} Juillet 1952, est lue régulièrement depuis cette date.

L'élément négatif de 0 à -0,50 m a été mal calé par rapport au zéro qui correspond approximativement à -0,15 m sur l'élément négatif (estimation la plus plausible après analyse serrée de tous les relevés de basses eaux)

L'altitude du zéro de l'échelle est : 214,77 m.

L'amplitude maximale est voisine de 8,50 m.

Jaugeages

18 jaugeages ont été exécutés entre 1,95 et 521 m³/s et on peut considérer la station comme provisoirement étalonnée : il n'existe qu'un jaugeage de très hautes eaux :

Numéros	Dates	H. cm	Q m ³ /s
1	29/ 7/52	014	1,95
2	21/ 9/52	190	91,5
3	4/11/52	046	10,9
4	22/ 7/53	170	75
5	24/ 7/53	140	54
6	29/ 7/53	427	218
7	30/ 7/53	469	247
8	31/ 7/53	522	272
9	2/ 8/53	565	303
10	16/ 9/53	595	346
11	27/ 9/54	325	153
12	28/ 9/54	372	193
13	5/ 9/56	381	190
13 ^b	5/ 9/56	135	53
14	9/ 9/57	819	521
15	27/ 9/57	538	307
16	30/ 9/57	489	280
17	2/10/57	419	216
18	27/10/57	140	42,5

O. R. S. T. O. N.

A0

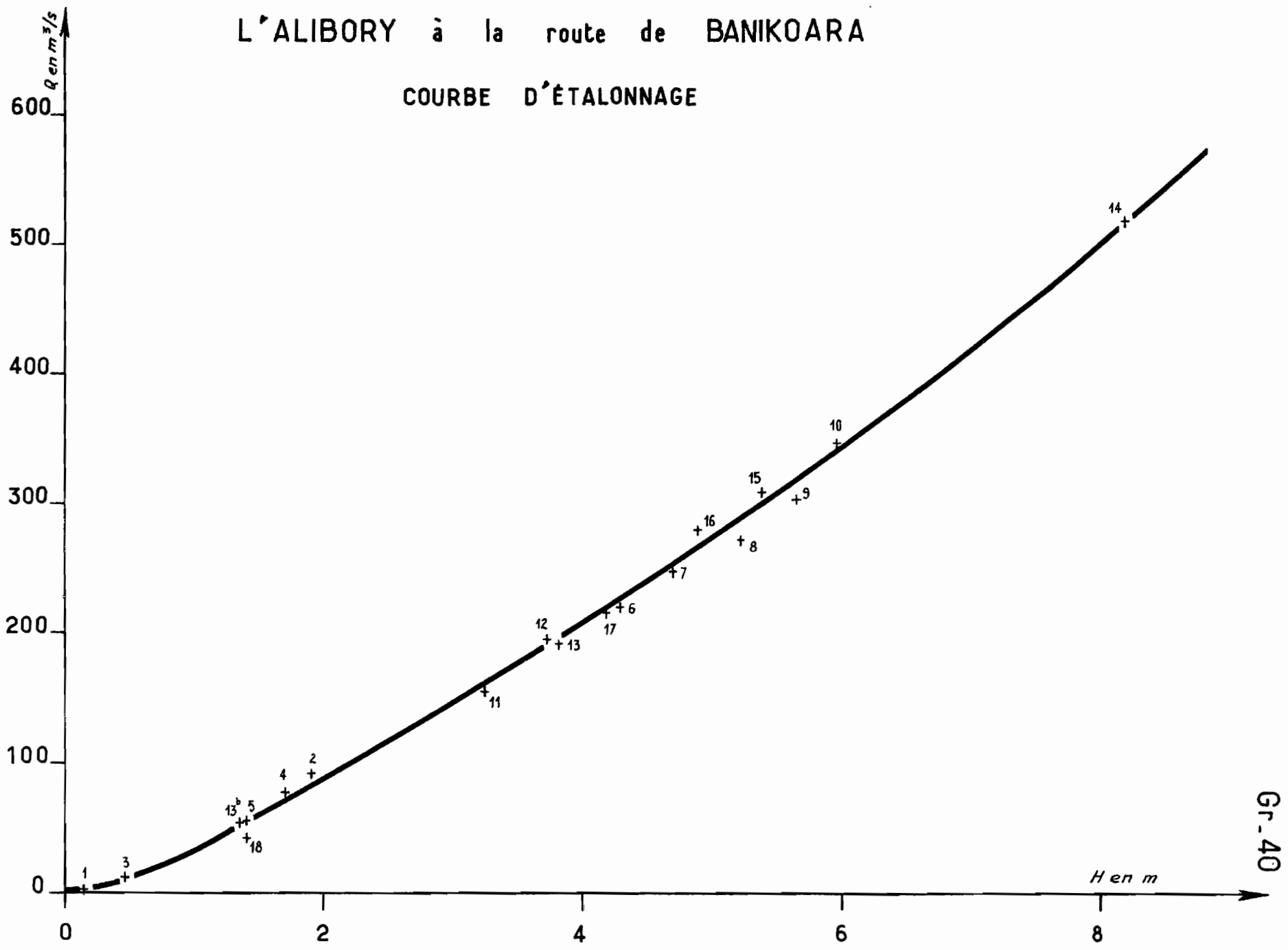
DATE: 1-62

DESSINÉ: J. Mélaye

NIG-71065

L'ALIBORY à la route de BANIKOARA

COURBE D'ÉTALONNAGE



Gr. 40

IX - BASSIN de la SOTA - (Superficie : 12 100 km²).

a) Station de KOUTAKOUKOU sur l'IRANE.

Coordonnées géographiques : latitude 11°04' N
longitude 3°04' E

Superficie du bassin versant : 1250 km².

L'échelle est située en rive droite, un peu en aval du radier de la route KANDI-SEGBANA.

Mise en service en Mai 1953 par le Service de l'Hydraulique du DAHOMEY, elle est lue régulièrement.

L'échelle n'a pas encore été rattachée au nivellement I.G.N. qui passe à KANDI, à une distance d'environ 20 km.

L'amplitude maximale est voisine de 7 m.

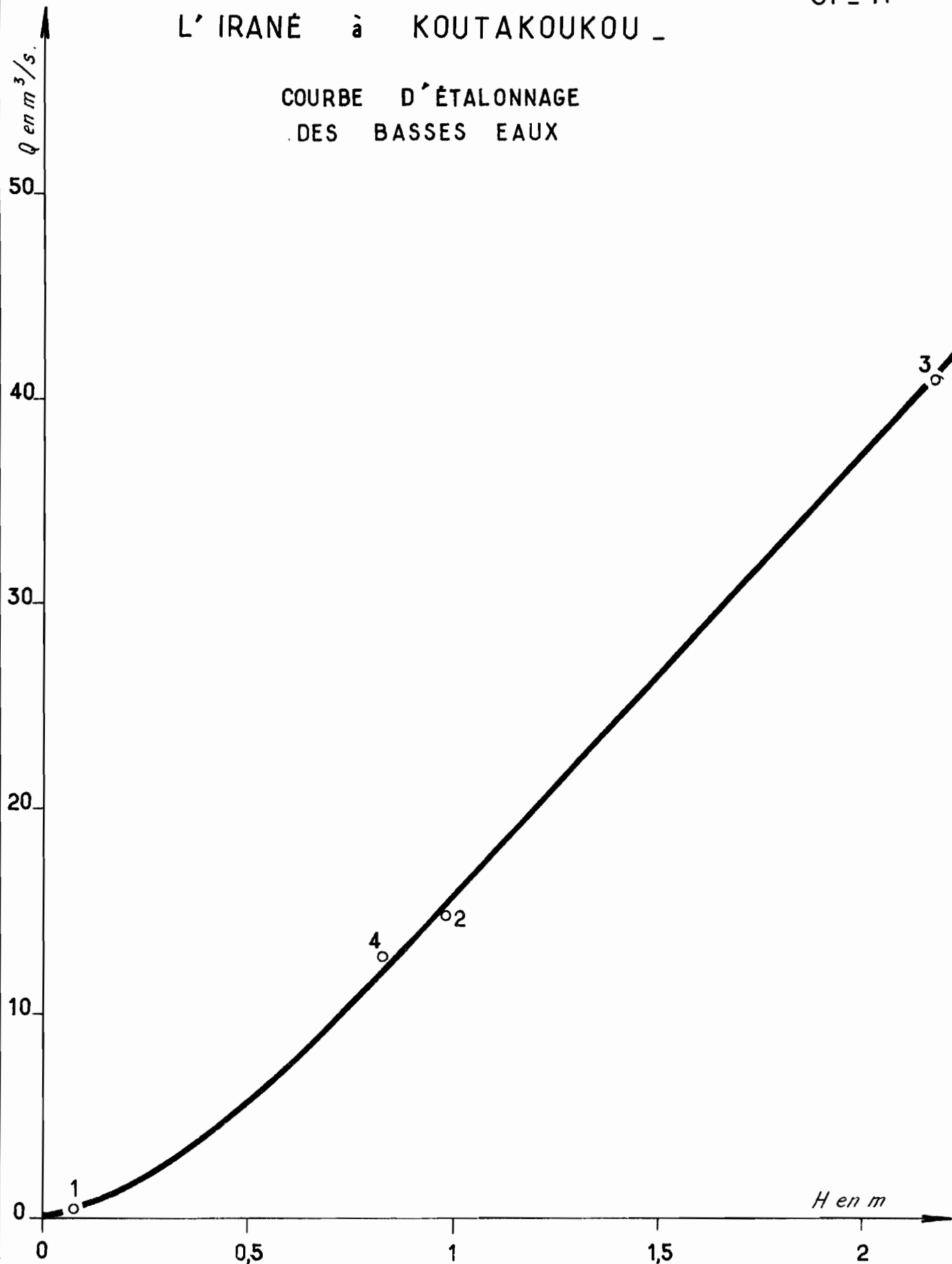
Jaugeages

4 jaugeages d'étiage ont été effectués en 1953-1954. L'étalonnage des hautes eaux a été abandonné en raison de la quasi-inaccessibilité de la station en hivernage.

Numéros	Dates	H. cm	Q m ³ /s
1	21/ 5/53	008	0,44
2	26/ 6/53	098	14,7
3	1/ 8/53	218	40,9
4	2/10/54	082	12,8

L'IRANÉ à KOUTAKOUKOU _

COURBE D'ÉTALONNAGE DES BASSES EAUX



b) Station de la route de SEGBANA sur la SOTA.

Coordonnées géographiques : latitude 10°59' N
longitude 3°15' E

Superficie du bassin versant : 8250 km².

Environ 20 km après KOUTAKOUKOU, la route de KANDI à SEGBANA franchit la SOTA, par un radier. L'échelle est installée juste en aval du radier, sur la rive gauche.

En service depuis Juin 1952, elle est lue régulièrement.

Le rattachement du zéro de l'échelle n'a pas encore été effectué.

L'amplitude annuelle maximale est de 10 m.

Jaugeages

4 mesures de débit ont été effectuées à l'étiage. L'étalonnage des hautes eaux a été abandonné lui aussi par suite de l'inaccessibilité de la station en hivernage.

Numéros	Dates	H. cm	Q m ³ /s
1	25/ 6/52	012	1,95
2	1/11/52	050	19,6
3	30/ 1/52	008	1,06
4	12/ 5/52	001	0,97

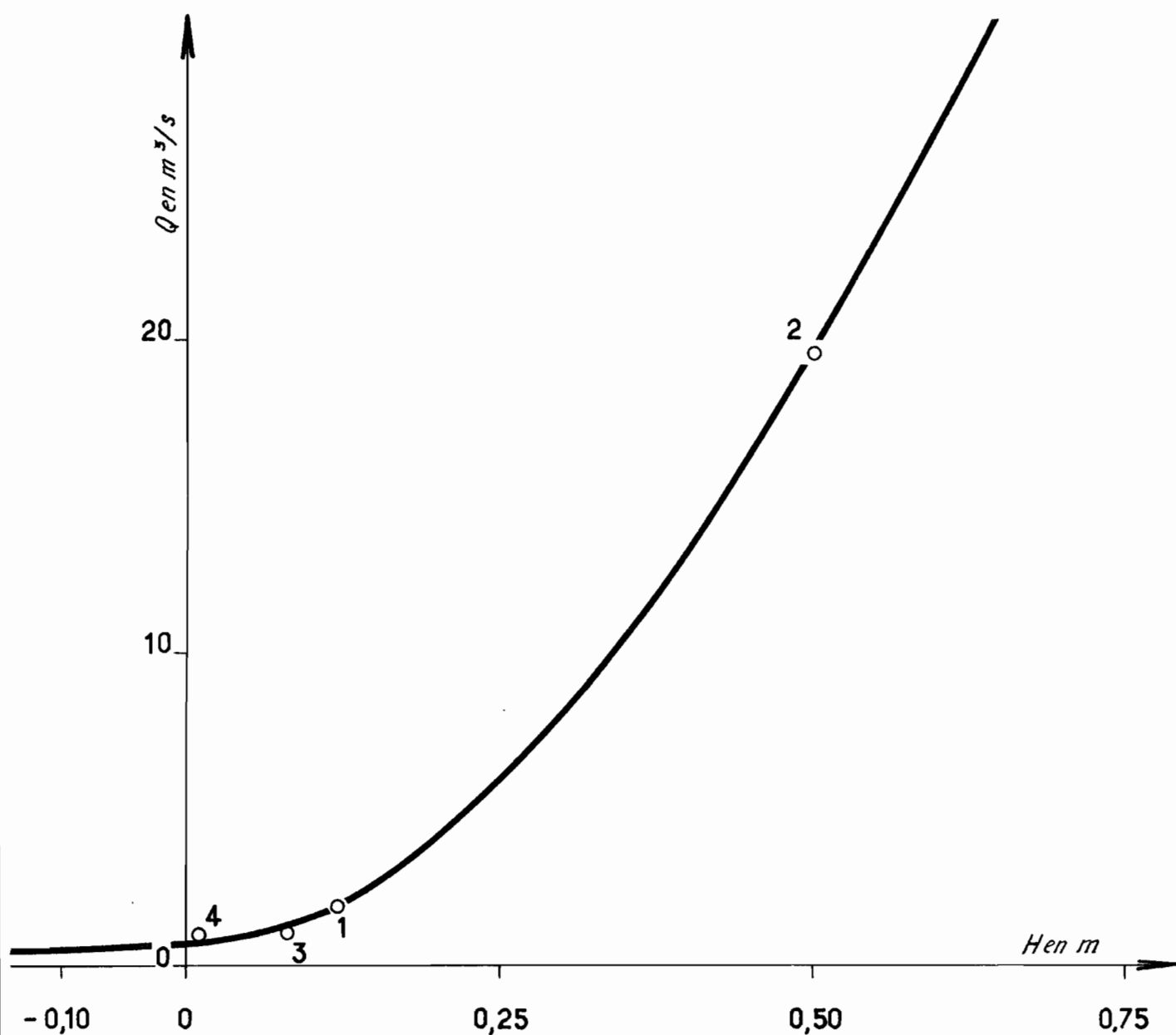
c) Station de COUBERI sur la SOTA.

Coordonnées géographiques : latitude 11°44' N
longitude 3°19' E

Superficie du bassin versant : 12 020 km².

A 30 km en amont du confluent NIGER-SOTA, l'échelle de COUBERI est située en rive gauche, au droit du village.

La SOTA à la ROUTE KANDI-SEGBANA

COURBE D'ÉTALONNAGE DES
BASSES EAUX

Elle a été mise en service en Mai 1953 et est régulièrement lue depuis cette date.

L'altitude du zéro de l'échelle est inconnue.

L'amplitude maximale est supérieure à 9 m.

Jaugeages

14 jaugeages, bien répartis entre 0,97 et 339 m³/s ont permis d'établir une courbe d'étalonnage définitive.

Numéros	Dates	H. cm	Q m ³ /s
1	30/ 1/53	009	1,05
2	12/ 5/53	001	0,97
3	27/ 5/53	095	12,8
4	27/ 7/53	367	87,5
5	9/11/53	192	41,4
6	3/10/54	576	199,5
7	16/11/54	141	15,1
8	15/ 8/56	262	46,6
9	13/ 9/56	439	120
10	14/11/56	138	15
11	10/ 9/57	798	339
12	27/ 9/57	745	318
13	1/10/57	644	232
14	2/10/57	606	229

La SOTA à COUBERI

COURBE D'ÉTALONNAGE

