

BURKINA - FASO

Institut Français
de Recherche Scientifique
pour le Développement
en Coopération

Conseil National de la Révolution

Ministère de l'Agriculture
et de l'Elevage

ORSTOM

Développement de la riziculture
dans l'ORD de la COMOE

Phase II

Etude hydrologique

ORSTOM
BP. 182
OUAGADOUGOU

J.M. LAMACHERE
Avril 1987

S O M M A I R E

	pages
<u>Avant-Propos</u>	1 à 2
<u>I. Cadre géographique général</u>	3 à 13
I.1. Topographie	4
figures 2 et 3	8 et 9
I.2. Géologie, géomorphologie	4 et 5
figures 4 et 5	10 et 11
I.3. Pédologie	5 et 6
figure 6	12 et 13
I.4. Climat	6 et 7.
I.5. Végétation	7
<u>II. Hydrographie</u>	14 à 17
<u>III. Classification des bassins</u>	18 à 28
III.1. Critères de classification	18 à 20
III.2. Classification des bassins selon la taille et le relief	20 à 21
tableau n° 1	23
III.3. Classification des bassins selon la nature de leurs terrains et leur réseau hydrographique	21 - 22
tableau n° 2	24
tableau n° 3	25
figure n° 7 écoulement annuel sur sol granitique	26
figure n° 8 écoulement annuel en Afrique, bassins sur grès ou schistes	27
figure n° 9 écoulement annuel médian des bassins versants	28
<u>IV. Pluviométrie</u>	29 à 32
tableau n° 4 pluviométries annuelles et journalières maximales de Banfora	31
tableau n° 5 pluviométries annuelles et pluies journalières maximales annuelles des postes de SINDOU, LOUMANA, SOUBAKANIEDOUGOU.	32

	pages
V. <u>Prédétermination des apports</u>	33 à 39
V.1. Ecoulements annuels des bassins représentatifs	33 et 34
figures n° 7, 8 et 9	26, 27 et 28
+tableau n° 6	38
V.2. Prédétermination des écoulements annuels	34 à 37
+tableau n° 7	39
VI. <u>Prédétermination des crues</u>	40 à 61
VI.1. Prédétermination des crues de fréquence décennale par la méthode RODIER-AUVRAY	41 à 50
VI.1.1. Généralités sur la méthode	41 et 42
figures 10 à 13	46 à 49
VI.1.2. Prédétermination des crues décennales	42 à 44
+tableau n° 8	45
figure n° 14 crue du Badini	50
VI.2. Prédétermination des crues décennales par enquêtes de crues	51 à 59
figures n° 15 à 28 en annexe	
VI.3. Conclusion sur la prédétermination des débits maximaux de fréquence décennale	59 à 61
+tableau n° 9 : débits maximaux	61
VII. <u>Conclusion générale</u>	62 et 63
+tableau n° 10 : estimation des écoulements annuels et des crues décennales	63
<u>Bibliographie</u>	64

AVANT - PROPOS

Dans le cadre du projet de développement de la riziculture dans l'ORD de la Comoé, cette étude hydrologique se propose, malgré l'absence de mesures hydrométriques de base sur la plupart des cours d'eau étudiés, de fournir les premiers éléments d'une évaluation hydrologique des apports et des crues décennales des marigots qui drainent et irriguent les sept plaines suivantes :

- Badini amont et Badini aval,
- plaine de Kangoura,
- plaine de Lomagara,
- plaine de Soubaka,
- plaine de Diérisso,
- plaine de Damana.

Seule la rivière Badini a fait l'objet, en 1980 et 1981, de mesures hydrologiques (références bibliographiques n° 1 et 2) ; il sera donc possible de fournir une estimation assez précise des apports annuels de ce marigot.

Pour les autres marigots, nous établirons des analogies empiriques de comportement avec les nombreux bassins représentatifs étudiés par l'ORSTOM en Afrique de l'Ouest.

A cet effet nous disposons d'un guide méthodologique (référence bibliographique n° 4) très pratique.

Les apports annuels estimés de cette manière ont une bonne fiabilité moyenne mais une fiabilité cas par cas difficile à appréhender.

Paradoxalement, il sera probablement plus facile de connaître les débits maximaux des crues exceptionnelles de ces mêmes marigots, grâce aux enquêtes de crues réalisées en avril 1987 dans la région de Banfora et portant sur les crues du début du mois d'août 1986, connues dans la région pour leur caractère exceptionnel.

La confrontation des débits maximaux résultant du dépouillement des enquêtes de terrain, et des débits maximaux décennaux évalués par la méthode Rodier-Auvray (référence bibliographique n° 3), nous permettra finalement de conforter plusieurs estimations de crues décennales.

Les cas litigieux ne pourront être résolus dans le cadre de cette étude et nécessiteraient l'installation de stations hydrologiques et leur suivi hydrométrique pendant deux ou trois ans.

Fig. 1

BURKINA FASO

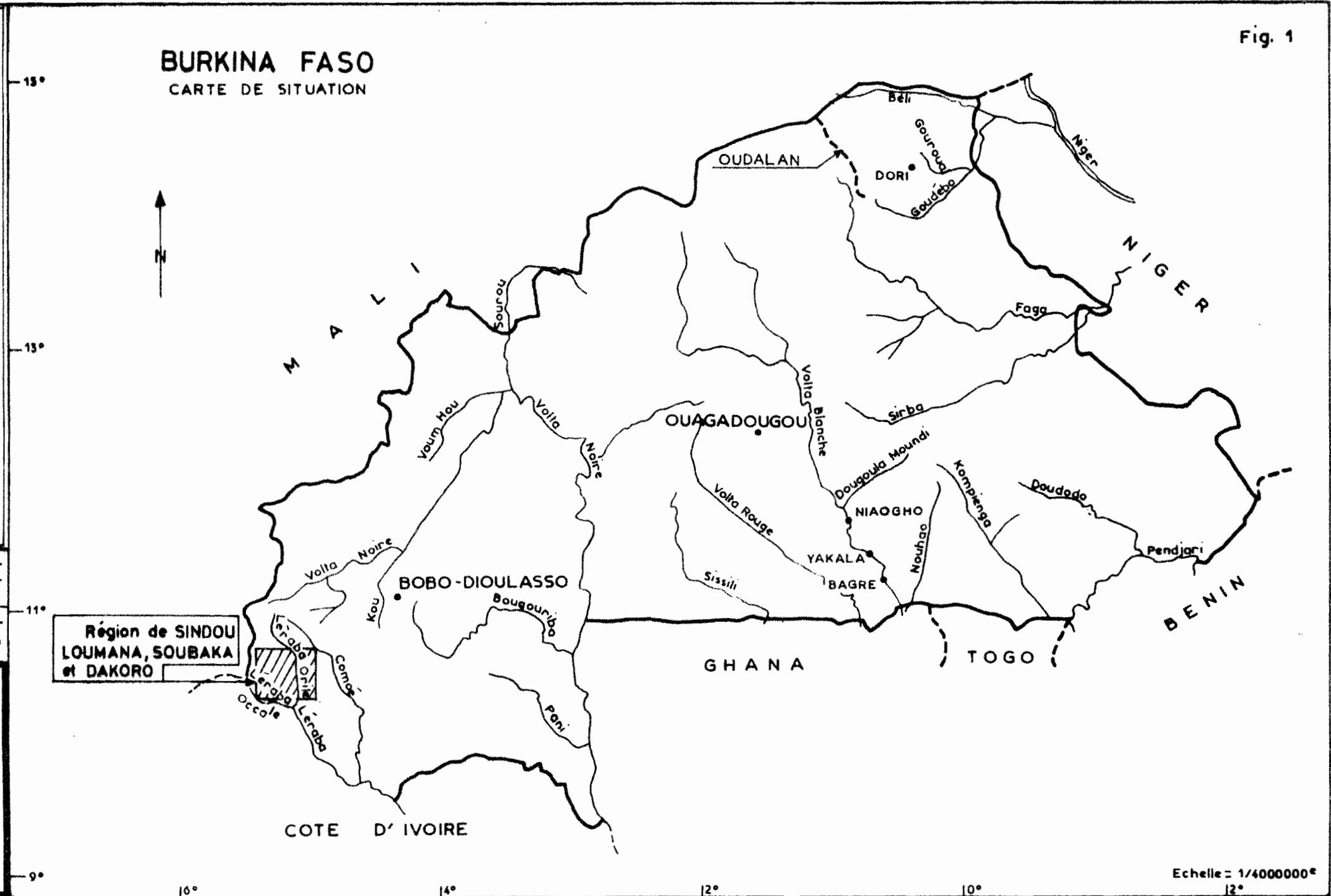
CARTE DE SITUATION

O.R.S.T.O.M. Service Hydrologique

date

des.

Dessin : A. BILGHO



Région de SINDOU
LOUMANA, SOUBAKA
et DAKORO

Echelle = 1/4000000

I. Cadre géographique général

Tous les bassins versants étudiés se situent à l'extrême sud-ouest du Burkina et appartiennent pour la plupart au grand bassin de la Léraba.

Ils s'inscrivent dans un rectangle limité par les coordonnées géographiques suivantes :

- 4° 50' et 5° 30' de longitude ouest
- 10° 20' et 10° 50' de latitude nord

Seul le Sakarialou, qui draine la plaine de Soubaka, est un affluent de la Comoé.

I.1. Topographie - figures n° 2 et 3, pages 8 et 9.

Le bassin versant de la Léraba est traversé d'Ouest en Est dans sa partie septentrionale par un alignement de reliefs et de falaises allant de Loumana à Banfora et délimitant au Nord un plateau dont l'altitude moyenne est de 520 mètres et au Sud une plaine dont l'altitude moyenne est de 320 mètres.

La rivière Badini entaille sa vallée dans la partie méridionale du plateau. Cette particularité confère à son bassin un relief plus accentué qui reste cependant modéré.

Les autres bassins s'apparentent tous à des bassins de plaine aux pentes faibles à très faibles.

I.2. Géologie et géomorphologie - figures 4 et 5, pages 10 et 11.

- Géologie

La région étudiée au sud-ouest de Banfora est presque entièrement constituée d'un socle daté du précambrien inférieur et moyen, recouvert au nord de sédiments du précambrien supérieur.

Le précambrien inférieur y est représenté par des gneiss (Ag) et des granito-gneiss (A) formant l'ossature du massif de Soubakaniédougou, des granites à biotite (A γ) et des granodiorites (A α) qui affleurent principalement à l'est et au sud de ce massif.

Le précambrien moyen y comprend essentiellement des laves basiques métamorphisées (B β) et des schistes (B Δ) généralement altérés, localisés au sud de Loumana.

Le précambrien supérieur est représenté au nord de la zone par les grès de base (P₂) à sédimentation grossière et par les grès de Soṭuba (P₃) à sédimentation plus fine et plus régulière.

Les bassins versants situés sur gneiss, granites, granodiorites et schistes doivent être considérés comme assez imperméables.

Les bassins versants situés sur grès seront considérés comme peu perméables.

- Géomorphologie

Sur le socle précambrien, l'érosion a mis en relief les roches basiques et les filons de quartz alors que les roches granitiques donnent, dans l'ensemble, des reliefs plus mous où surgissent çà et là des dômes, des chaos ou des inselbergs.

Les cuirasses latéritiques ajoutent à ces faibles reliefs leurs petits plateaux tabulaires.

Le morcellement de la falaise de grès, que longe la route Banfora - Sindou - Loumana, a produit des paysages grandioses : reliefs ruiniformes, cascades, gorges, corniches qui font de cette région une des plus pittoresques du Burkina.

I.3. Pédologie figure n° 6, pages 12 et 13.

Sur le socle granitique du massif de Soubakaniédougou se sont développés des sols ferrugineux tropicaux lessivés et des sols ferrugineux peu évolués sur matériaux sablo-argileux en association avec des sols hydromorphes à pseudogley.

Dans les plaines et les bas-fonds, les sols sont de type hydromorphe à pseudogley sur matériaux limono-argileux. Ils se caractérisent en saison sèche par leurs fentes de retrait bien marquées.

Sur les roches basiques situées au sud de Loumana, se sont développés des sols bruns eutrophes vertiques. Dans le même secteur des sols ferrallitiques remaniés couvrent les zones schisteuses.

Les sols du plateau gréseux de Tagouara sont soit des sols ferrallitiques ou ferrugineux sur matériaux argilo-sableux issus du grès, soit des lithosols sur grès ou des sols peu évolués sur cuirasse ferrugineuse.

- Caractérisation du comportement des sols au ruissellement.

Les sols vertiques sur roches basiques et les sols hydromorphes à pseudogley dans les plaines et les bas-fonds se caractérisent par leur forte perméabilité en début de saison des pluies et leur forte imperméabilité dès que sont refermées les fentes de retrait.

Les sols développés sur schistes et roches granitiques sont généralement peu perméables en raison de la présence fréquente d'argiles dans leur composition granulométrique. La présence de gravillons en surface et l'absence de végétation contribuent également à diminuer leur perméabilité.

Les sols développés sur grès peuvent être très perméables lorsqu'ils sont sableux. Ils se rapprochent des autres types de sols développés sur granites lorsqu'ils sont argileux.

I.4. Climat

La région de Banfora est soumise à un climat tropical de type sud soudanien avec une saison des pluies s'étalant de mai et septembre et une saison sèche bien marquée de novembre à avril.

La pluviométrie moyenne interannuelle (période 1949-1973) est supérieure à 1200 millimètres pour toute la région.

Les températures maximales moyennes varient de 37°C en mars et avril à 29°C en avril avec des maxima absolus dépassant 41°C.

Les températures minimales moyennes varient de 16°C en janvier à 24°C en avril et 21°C en août au coeur de la saison humide. Les minima absolus ne descendent pas au-dessous de 10°C.

Les humidités relatives accusent de fortes variations saisonnières : 15 à 20 % en janvier, 40 à 50 % en avril, 85 % en août et septembre.

Les vents, de direction nord-est en saison sèche, s'orientent au sud-sud-ouest dès le début de la saison humide. Ils dépassent rarement la vitesse de 5 mètres par seconde.

L'évaporation moyenne annuelle sur bac Colorado est de l'ordre de 2,1 mètres (station de Gaoua). Elle varie entre 2 millimètres par jour, en août et septembre, et 10 millimètres par jour en février et mars.

I.5. Végétation

La végétation type de la région de Banfora est la savane arborée à néré et karité.

Au nord, sur le plateau, subsiste une savane arborée assez dense, éclaircie par les zones de cultures autour des villages.

Au sud, la plaine est fortement humanisée. De nombreux champs billonnés, supportant de belles plantations de rôniers, entourent les villages. Des rizières sont installées dans les bas-fonds.

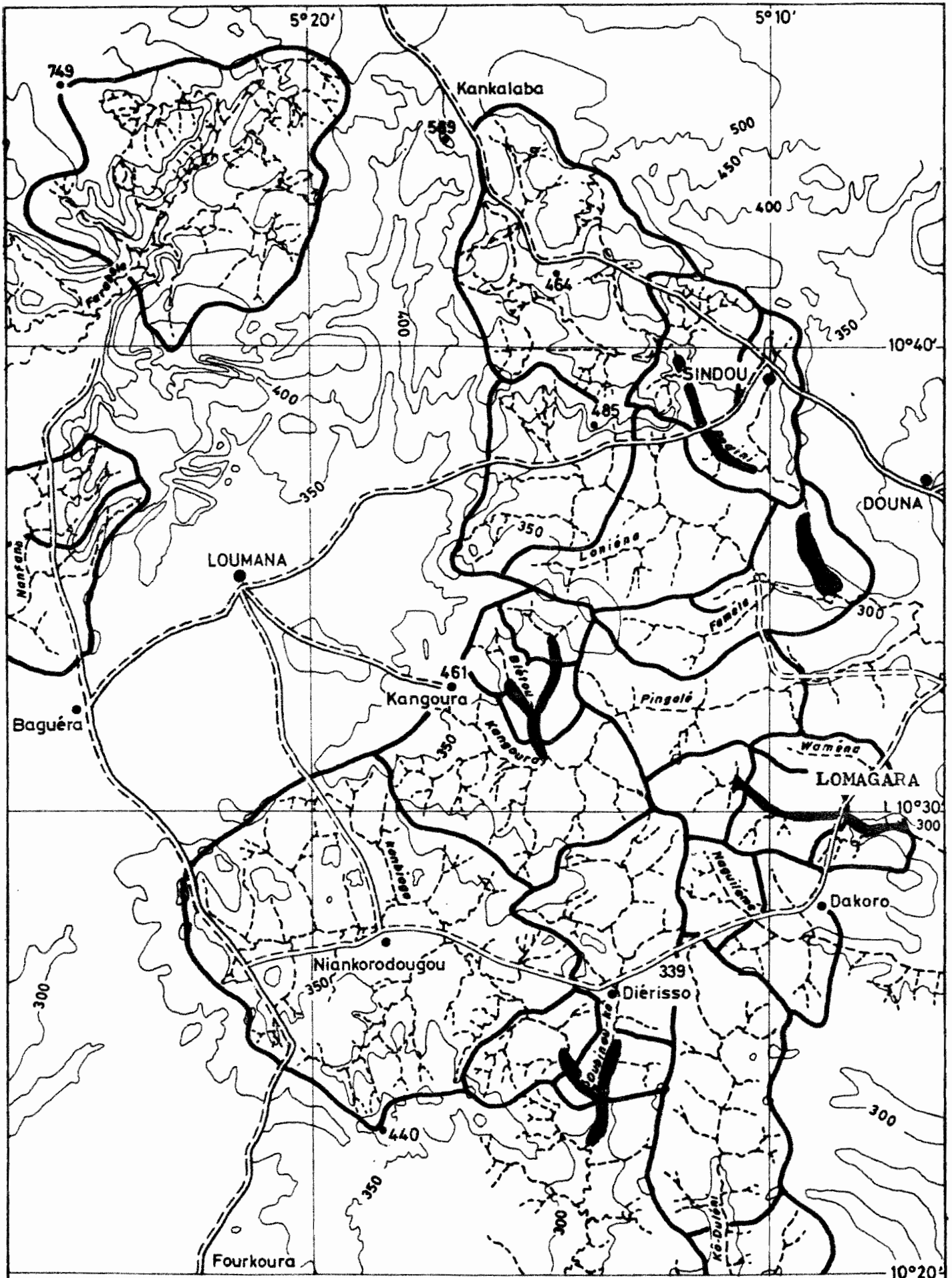


Figure n°2

HYDROGRAPHIE ET TOPOGRAPHIE DES BASSINS VERSANTS

extrait de la carte 1/200.000 feuille NIELLE 1954

0 5Km

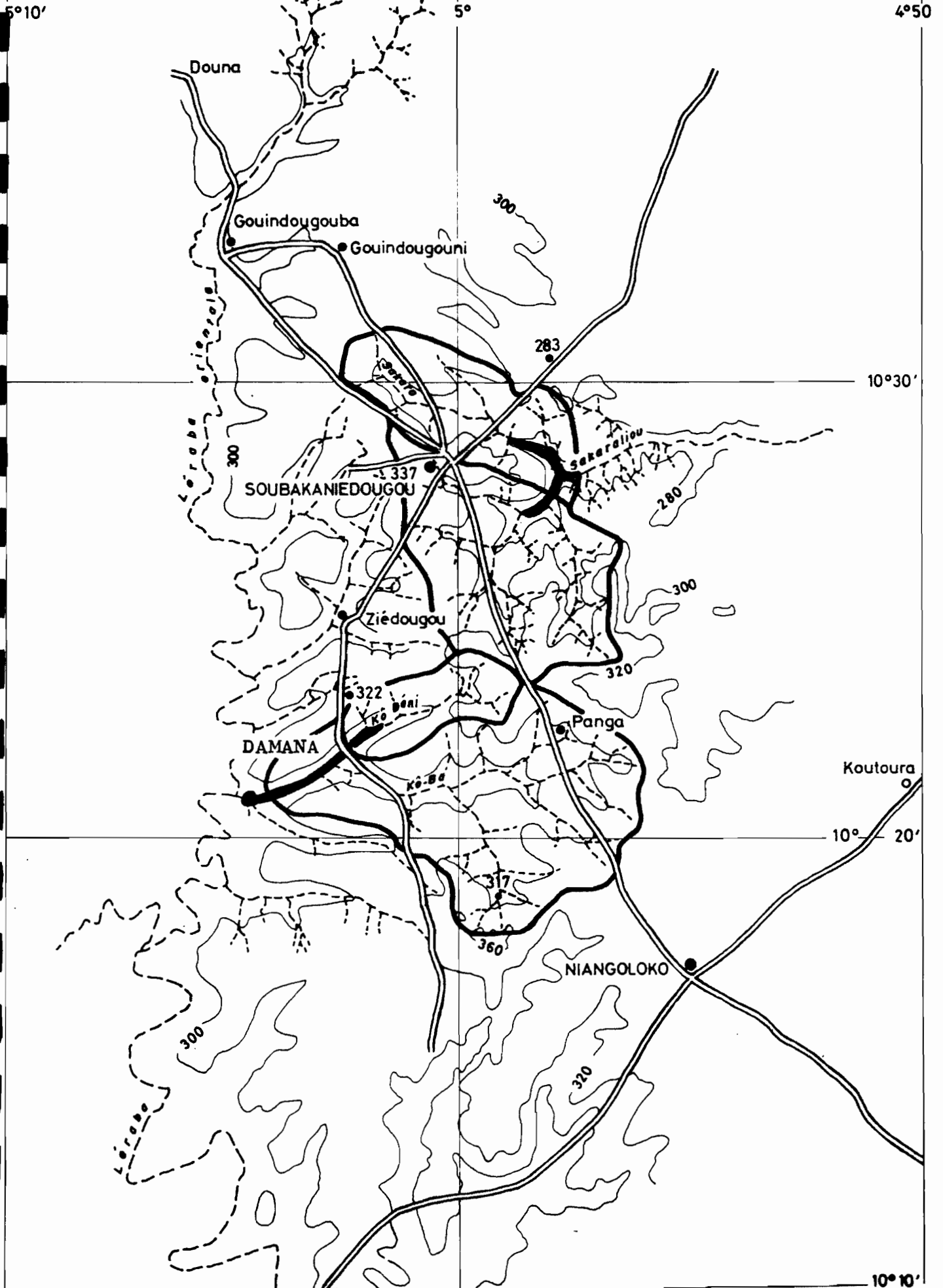


Figure n°3 - HYDROGRAPHIE ET TOPOGRAPHIE DES BASSINS VERSANTS

extrait de la carte 1/200.000
feuilles NIELLE 1954, BANFORA 1964



5° 20

5° 10

10°

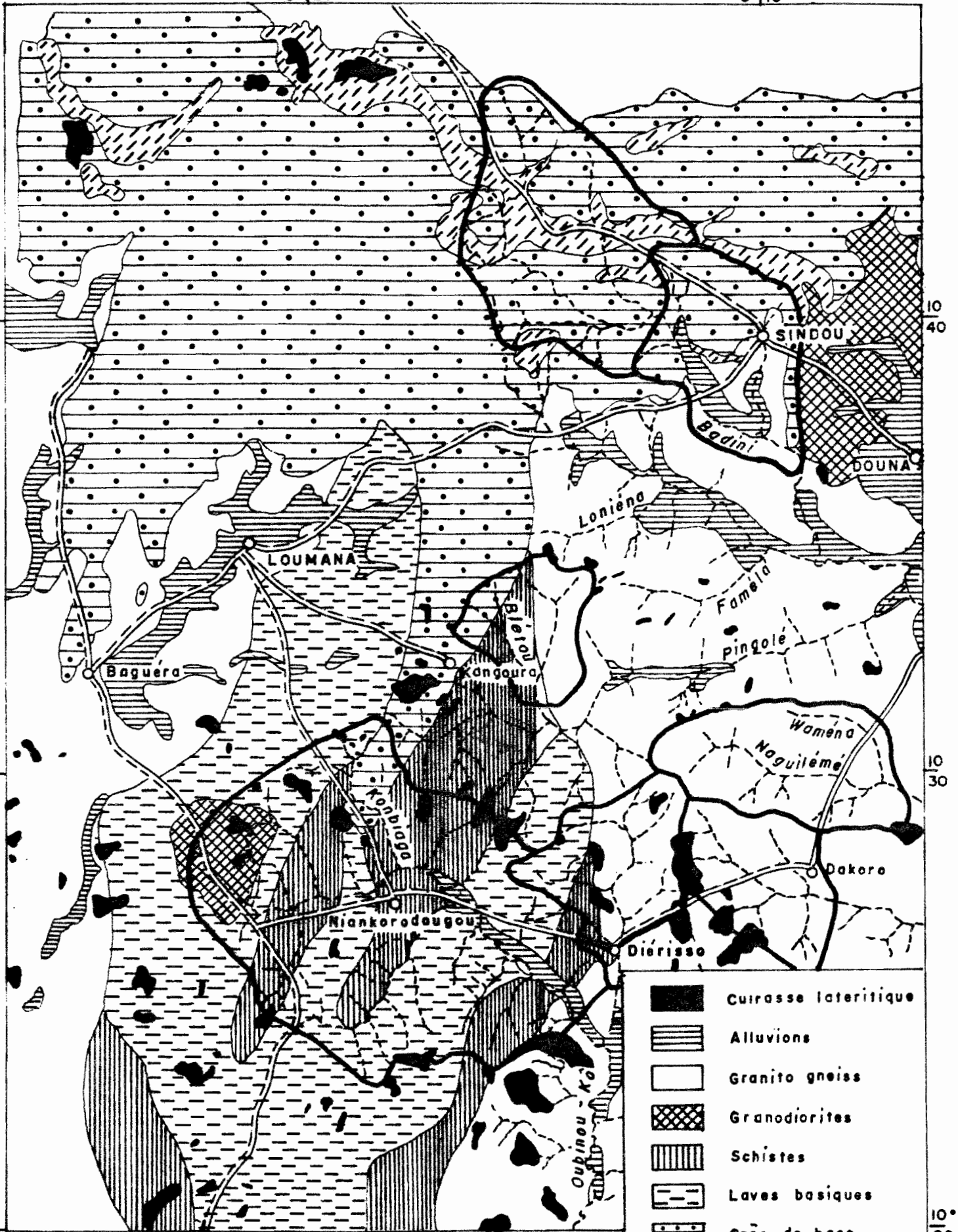


Fig. 4 - CARTE GEOLOGIQUE
 Extrait de la carte de BANFORA
 J. MARCELIN - BRGM. 1971

-  Cuirasse lateritique
-  Alluvions
-  Granito gneiss
-  Granodiorites
-  Schistes
-  Laves basiques
-  Grès de base
-  Dolérite

0 5 km

10
40

10
30

10°
20

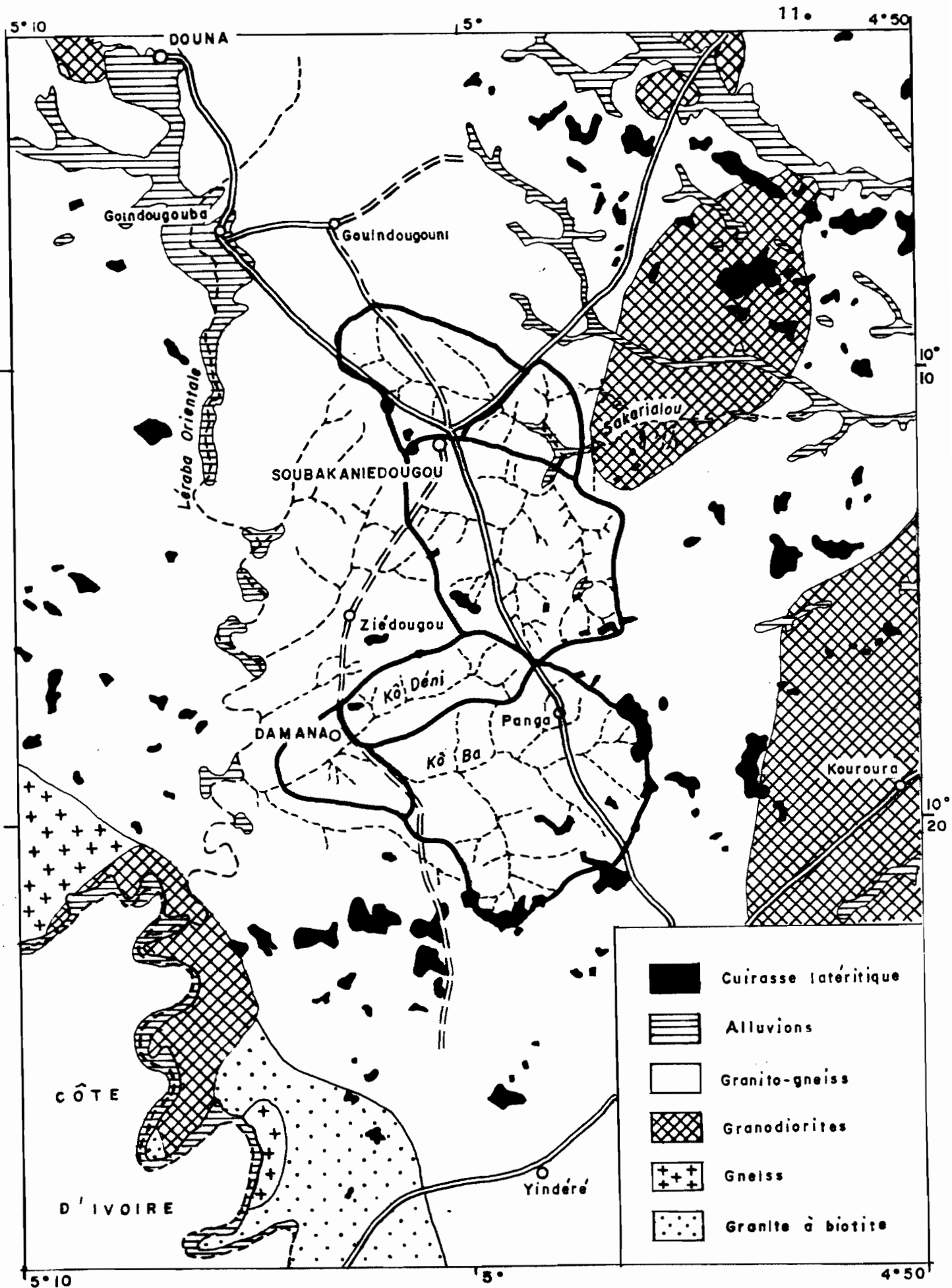


Fig.5 - CARTE GEOLOGIQUE -
 Extrait de la carte de BANFORA - J. MARCELIN
 BRGM - 1971

0 5 km

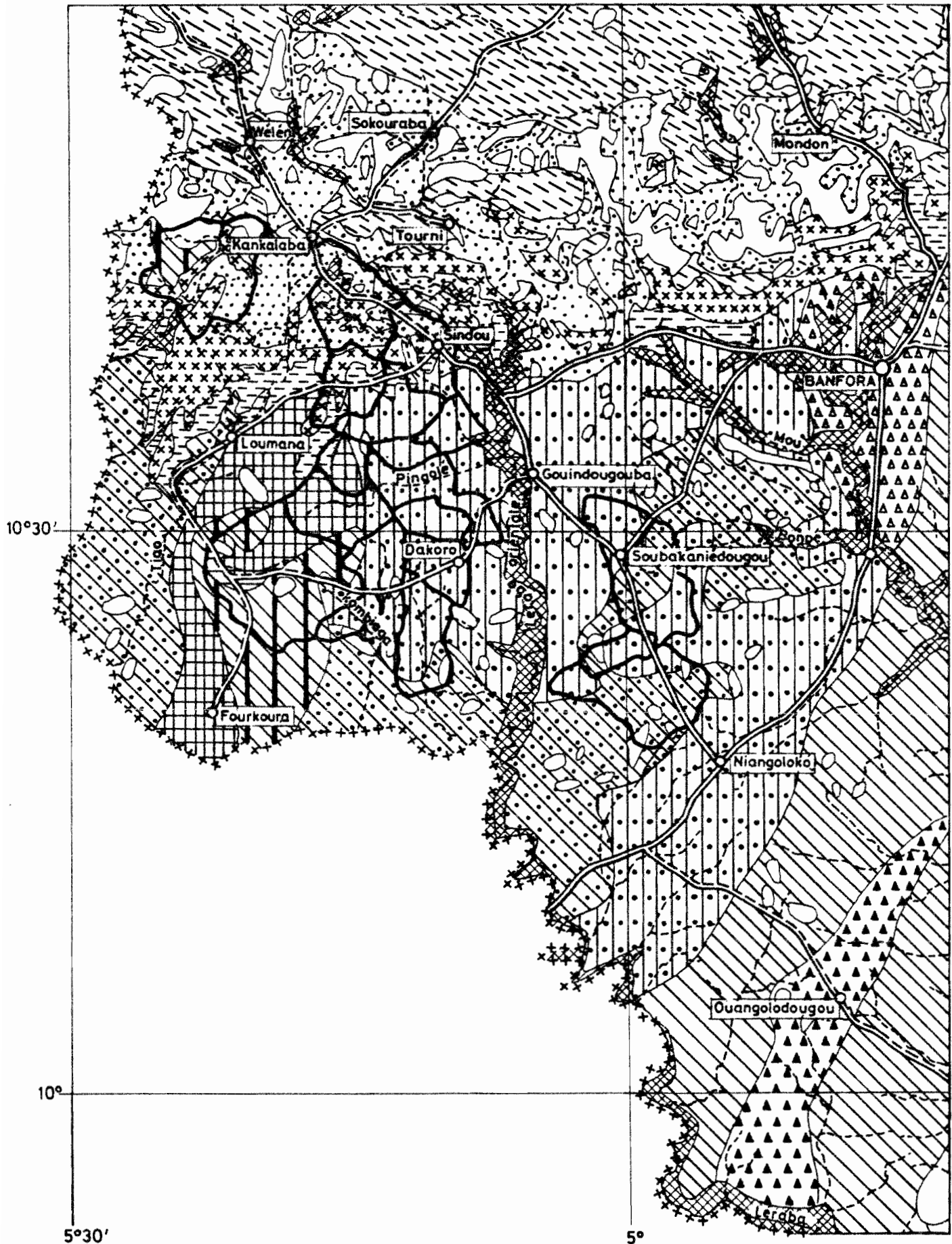






Figure n°6

CARTE PEDOLOGIQUE DE LA REGION DE BANFORA

extrait de la CARTE PEDOLOGIQUE DE RECONNAISSANCE
 OUEST-SUD du BURKINA FASO — ORSTOM 1969

SOLS PEU EVOLUES D'EROSION




-  Lithosols sur cuirasse ferrugineuse
-  Sols régiques sur schistes, ferrugineux sur matériau gravillonnaire
-  Sols ferrugineux hydromorphes sur matériau gravillonnaire sablo-argileux
-  Lithosols sur grès

SOLS A MULL BRUNS EUTROPHES


-  Sur matériau argileux issu de roches basiques

SOLS A SESQUIOXYDES

Ferrugineux tropicaux lessivés sans concrétions

-  Sur matériau argileux
-  Sur matériau sablo-argileux à sable grossier issu du granite
-  Sur matériau sablo-argileux parfois gravillonnaire issu du granite



Ferrugineux tropicaux lessivés à concrétions

-  Sur matériau argilo-sableux issu du grès


Ferrugineux tropicaux hydromorphes

-  Sur matériau sablo-argileux et argileux

SOLS FERRALLITIQUES

-  Faiblement désaturés remaniés sur matériau argilo-sableux
-  Moyennement désaturés sur matériau issu du grès

SOLS HYDROMORPHES

-  A pseudogley sur matériau limono-argileux

II. Hydrographie figures n° 2 et 3, pages 8 et 9

Avant de procéder à l'étude hydrologique proprement dite, il importe d'examiner de manière plus approfondie le réseau hydrographique de la région afin de préciser par plaine, section par section, l'importance des marigots par la taille des bassins versants et la position de leurs exutoires.

II.1. Plaines du Badini

La plaine aménageable de la rivière Badini se scinde en deux tronçons.

Le premier tronçon, long de 5 kilomètres, se répartit équitablement de part et d'autre de la piste Sindou-Kawara-Loumana. L'exutoire du bassin versant, à l'amont de cette plaine, est placé au pont de la piste Sindou - Kawara. La superficie du bassin est alors de 86 kilomètres carrés.

Le second tronçon, long de 3 kilomètres, s'étend entre la piste Douna - Konadougou et la confluence du Badini avec le marigot Kawara. Au franchissement du Badini par la piste Douna-Konadougou, la superficie du bassin versant est de 120 kilomètres carrés.

Le réseau hydrographique du bassin de la rivière Badini est disymétrique ; disposé en arêtes courtes et nombreuses sur la rive droite, il se concentre en trois principaux affluents sur la rive gauche. Deux de ces affluents confluent dans le marigot principal avant son entrée dans la plaine amont. Le lit mineur du Badini est bien marqué sur toute cette plaine.

La configuration du réseau hydrographique favorise très nettement la concentration des ruissellements à l'entrée de la plaine amont.

Plus en aval, l'étalement des eaux dans la zone inondable et le remplissage des casiers rizicoles dans le lit majeur du Badini, devrait limiter l'importance des crues.

II.2. Plaine de Kangoura

La plaine de Kangoura comprend trois tronçons. Le premier tronçon, long d'environ 2 kilomètres, est irrigué par le marigot Blétou dont la superficie du bassin versant est de 8 kilomètres carrés au droit de la piste Kangoura - Moadougou. Le second tronçon, long de 2,8 kilomètres, est irrigué par l'affluent rive gauche du Blétou dont la superficie du bassin croit de 4,8 kilomètres carrés dans la partie supérieure du tronçon à 9,2 kilomètres carrés dans la partie inférieure.

Le troisième tronçon, long de 2 kilomètres, est irrigué par la rivière formée de la confluence des deux premiers marigots.

Les lits mineurs et majeurs des marigots se confondent sur la majeure partie de la plaine.

II.3. Plaine de Lomagara

La plaine de Lomagara s'étire sur une distance d'environ 6 kilomètres. Elle se répartit équitablement en amont et en aval de la piste Goindougouba - Dakoro.

Sur une longueur de 3,2 kilomètres, la plaine est irriguée par le cours d'eau principal dont le bassin versant croit progressivement de 17,6 kilomètres carrés à 23,2 kilomètres carrés.

Après la confluence du cours d'eau principal avec un petit affluent rive droite, la taille du bassin versant atteint 28,4 kilomètres carrés puis 41,2 kilomètres carrés, environ 800 mètres plus en aval, après la confluence avec le marigot Waména.

Le réseau hydrographique du bassin versant présente peu de ramifications sur la carte topographique au 1/200 000ème de Niélé, ce qui marque cartographiquement sa faible aptitude au ruissellement.

II.4. Plaine de Diérisso

La plaine de Diérisso est constituée de 3 tronçons distincts.

Le premier tronçon, long de 2 kilomètres, est irrigué par la rivière Konbiaga dont le bassin versant à Nerfondougou couvre une superficie de 138 kilomètres carrés.

Le second tronçon, long également de 2 kilomètres, est irrigué par un important affluent rive gauche dont le bassin versant à Diérisso couvre une superficie de 29,6 kilomètres carrés.

Le troisième tronçon, de même longueur que les précédents est irrigué par l'Oubinou Kô. La surface du bassin versant de l'Oubinou Kô à Massafogo, situé en amont de ce troisième tronçon, est de 202 kilomètres carrés.

La Konbiaga et son affluent rive gauche ont des lits mineurs généralement bien marqués. Leurs lits majeurs forment de longues plaines d'inondation quadrillées de casiers rizicoles ou couvertes d'une abondante végétation groupée en petites galeries forestières.

La partie amont du bassin versant de la Konbiaga, jusqu'au village de Kapaha, présente un réseau hydrographique assez dense, disposé en éventail. De Kapaha à Nerfondougou, le réseau hydrographique est formé d'arêtes assez courtes également réparties de part et d'autre du marigot principal.

La densité du réseau hydrographique de son affluent rive gauche est moyenne. Son réseau est formé de 4 à 5 longues arêtes bien réparties sur toute la longueur du cours d'eau.

II.5. Plaine de Damana

La plaine de Damana, longue de 6 kilomètres, s'étire sur deux tiers de sa longueur de part et d'autre d'un cours d'eau formé par la confluence des marigots Kô Ba et Kô Deni, dont les bassins versants ont pour superficies respectives 72,8 et 19,2 kilomètres carrés.

Le tiers amont de la plaine est irrigué par le Kô Deni.

Le réseau hydrographique du Kô Ba est de densité moyenne avec de longues ramifications bien développées sur la rive gauche.

Le réseau hydrographique du Kô Deni présente une faible densité de drainage sur un bassin très allongé.

II.6. Plaine de Soubaka

La plaine de Soubaka comprend deux tronçons principaux d'égales longueurs, environ 1,6 kilomètre pour chaque tronçon, et un troisième tronçon de 800 mètres.

Le premier tronçon forme la partie nord de la plaine, irriguée par le Sakaro qui draine un bassin versant de 34 kilomètres carrés par un réseau hydrographique de densité moyenne à faible dans sa partie amont.

Le second tronçon forme la partie sud de la plaine de Soubaka. Il est irrigué par un cours d'eau qui draine un bassin versant de 58,4 kilomètres carrés dont le réseau hydrographique, de densité moyenne, est disposé en éventail.

III. Classification des bassins

En l'absence de mesures hydrologiques, les apports annuels et les crues décennales, des marigots qui irriguent les plaines du Badini, de Kangoura, de Diérisso, de Lomagara, de Damana et de Soubaka, seront prédéterminés en classant les bassins selon des critères topographiques, géologiques et hydrographiques permettant de comparer leurs aptitudes au ruissellement avec celles de bassins versants représentatifs dont les régimes hydrologiques sont parfaitement connus.

III.1. Critères de classification

Pour faciliter notre travail de comparaison, nous utiliserons les critères définis par J. RODIER (réf. biblio. n° 3 et 4) pour classer un grand nombre de bassins représentatifs de l'Afrique de l'ouest.

J. RODIER classe les bassins versants observés en Afrique de l'ouest selon leur taille, leur relief, la nature de leur terrain et leur climat.

- Classification des bassins selon leur taille

J. RODIER classe les bassins versants en trois grands groupes de superficies :

- . les bassins versants de superficie inférieure à 200 km²,
- . les bassins versants de superficie comprise entre 200 et 1000 km²,
- . les bassins versants de superficie supérieure à 1000 km².

- Classification des bassins selon leur relief

Les bassins sont classés en 6 catégories définies par leurs pentes longitudinales et leurs pentes transversales :

- . R₁, classe des bassins aux pentes extrêmement faibles, inférieures à 0,1 et 0,2 %,

. R₂, classe des bassins de plaine, aux pentes faibles, inférieures à 0,5 %,

. R₃, classe des bassins intermédiaires entre la plaine et les zones de terrain ondulé, aux pentes modérées comprises entre 0,5 et 1 %,

. R₄, classe des bassins à ondulation de terrain, aux pentes longitudinales comprises entre 1 et 2 %, aux pentes transversales supérieures à 2 %,

. R₅, classe des bassins de collines, aux pentes longitudinales comprises entre 2 et 5 %, aux pentes transversales comprises entre 8 et 20 %

. R₆, classe des bassins de montagnes, aux pentes longitudinales supérieures à 5 %, aux pentes transversales supérieures à 20 %.

- Classification des bassins selon leur climat

Les bassins d'Afrique de l'Ouest sont groupés en trois grandes classes climatiques :

. les bassins sahéliens et subdésertiques pour lesquels la pluviométrie annuelle est inférieure à 750 millimètres et l'averse décennale comprise entre 60 et 85 millimètres,

. les bassins tropicaux de savane pour lesquels la pluviométrie annuelle est comprise entre 750 et 1500 millimètres et l'averse décennale comprise entre 110 et 130 millimètres,

. les bassins équatoriaux de forêt pour lesquels la pluviométrie annuelle est supérieure à 1500 millimètres et l'averse décennale comprise entre 120 et 150 millimètres.

- Classification des bassins selon la nature de leur terrain

Pour l'évaluation des crues décennales, J. RODIER définit 5 catégories de perméabilité :

. P₁ : bassins rigoureusement imperméables, entièrement rocheux ou argileux ,

. P₂ : bassins imperméables avec quelques zones perméables de faible étendue ou bassins homogènes presque imperméables,

. P₃ : bassins assez imperméables comportant des zones perméables d'étendue notable ou bassins homogènes assez peu perméables,

. P₄ : bassins assez perméables,

. P₅ : bassins perméables sur sables ou carapace latéritique très fissurée.

Pour l'évaluation des écoulements annuels en zone tropicale sèche, les bassins sont classés selon la nature de leur substratum géologique en 3 grandes catégories :

- . bassins sur granites ou roches granitiques,
- . bassins sur grès
- . bassins sur schistes.

Les bassins dont le substratum géologique n'est ni granitique, ni gréseux, ni schisteux sont simplement répertoriés pour servir de référence mais ne sont pas classés.

III.2. Classification selon la taille et le relief des bassins.

Les superficie des bassins versants, les pentes transversales et les pentes longitudinales moyennes des marigots ont été déterminées sur les cartes topographiques au 1/200 000ème de Niéllé et de Banfora.

Les résultats de ce travail cartographique sont consignés au tableau n° 1 page 23.

Le bassin versant situé en amont de la plaine de Lomagara est un bassin de plaine.

Le bassin versant du marigot Badini est un bassin à ondulations de terrain, bien marquées par des pentes transversales accentuées.

Les autres bassins sont des bassins intermédiaires entre les bassins de plaine et les bassins à faibles ondulations de terrain, leurs pentes longitudinales les classant parmi les bassins de plaine et leurs pentes transversales parmi les bassins à faibles ondulations de terrain.

III.3. Classification des bassins selon la nature de leurs terrains et leur réseau hydrographique.

Sur la carte géologique au 1/200 000ème de la région de Banfora, nous avons délimité les contours des bassins versants situés en amont des plaines du Badini, de Kangoura, de Lomagara, de Diérisso, de Damana et de Soubaka, puis nous avons planimétré les superficies couvertes par les différentes formations géologiques représentées sur ces bassins.

De ce travail, dont les résultats sont consignés au tableau n° 2 page 24, nous retiendrons que :

- . le bassin versant du marigot Badini est formé de grès (68 %) et de dolérites (20 %),
- . le bassin versant du Blétou est formé de grès (45 %) et de schistes (55 %),
- . le bassin versant de la Konbiaga est formé de laves basiques (52 %) et de schistes (30 %),
- . les autres bassins versants sont formés essentiellement de granito-gneiss dans des proportions allant de 70 % pour l'affluent rive gauche du Blétou, à plus de 90 % pour les bassins du Sakarialou, du Kô Deni, du Kô Ba et de la plaine de Lomagara.

La mesure des longueurs des réseaux hydrographiques, sur les cartes topographiques au 1/200 000ème, permet d'estimer les densités de drainage des bassins telles qu'elles sont consignées sur le tableau n° 3 page 25.

La configuration des réseaux hydrographiques favorise plus ou moins la concentration des eaux de ruissellement.

Un réseau hydrographique en éventail, comme celui du marigot Badini ou de la Konbiaga dans leur partie amont, favorise la formation de crues fortes et bien développées. Un réseau formé d'arêtes courtes sur un cours principal très allongé, comme ceux des bassins versants situés en amont des plaines de Kangoura, de Lomagara, du Kô Déni et du Sakarou, favorise la formation de crues longues et de faible amplitude.

De l'amont vers l'aval, la configuration du réseau hydrographique peut changer. Il en est ainsi sur le bassin du Badini où la partie aval présente un réseau hydrographique de très faible densité avec un cours principal au lit majeur étendu à toute une plaine d'inondation.

Au droit de la piste Douna - Konadougou nous devrions donc observer des crues nettement plus amorties qu'au droit de la piste Sindou - Kawara, située environ 5 kilomètres en amont de la piste Douna - Konadougou.

Dans une moindre mesure il en est de même sur la Konbiaga entre Kapaha et Nerfondougou.

Tableau n° 1 : Superficies et reliefs des bassins versants

Bassins versants	superficies en km ²	pent longitu- dinales en %	pent transver- sales en %	classes de relief
<u>plaine du Badini</u>				
Badini amont	86	0,88	4	R ₃ - R ₄
Badini aval	120	0,75	4	R ₃ R ₄
<u>plaine de Kangoura</u>				
Blétou	8	0,42	0,8	R ₂ - R ₃
affluent rive gauche du Blétou	4 à 9,2	0,33	0,8	R ₂ - R ₃
<u>plaine de Lomagara</u>				
cours d'eau principal				
1er tronçon	17,6 à 23,2	-	-	R ₂
2ème tronçon	28,4	-	-	R ₂
3ème tronçon	41,2	0,27	0,7	R ₂
<u>plaine de Diérisso</u>				
Konbiaga	138	0,28	2,5	R ₂ - R ₃
affluent rive gauche	29,6	0,30	2	R ₂ - R ₃
Oubinou Kô	202	0,26	2,5	R ₂ - R ₃
<u>plaine de Damana</u>				
Kô Deni	19,2	0,46	1,0	R ₂ - R ₃
Kô Ba	72,8	0,34	1,0	R ₂ - R ₃
<u>plaine de Soubaka</u>				
Sakaro	34	0,29	1,0	R ₂ - R ₃
Sakarialou branche sud	58,4	0,56	1,0	R ₃

Tableau n° 2 : Géologie des bassins versants

bassins versants	formations géologiques en % de la superficie du bassin						
	cuirasse latéritique	alluvions	granito-gneiss granodiorites	schistes	laves basiques	grès de base	dolérites
<u>plaine du Badini</u>							
Badini amont	-	4	2	-	-	68	26
Badini aval	-	6,2	16,4	-	-	57,4	20
<u>plaine de Kangoura</u>							
Blétou	-	-	-	55	-	45	-
affluent rive gauche du Blétou	1	-	71	26	-	2	-
<u>plaine de Lomagara</u>							
cours d'eau principal							
1er tronçon	-	-	100	-	-	-	-
2ème tronçon	-	-	100	-	-	-	-
3ème tronçon	1	-	99	-	-	-	-
<u>plaine de Diérisso</u>							
Konbiaga	3	3	8	30	52	4	-
affluent rive gauche	6	-	62	12	20	-	-
<u>plaine de Damana</u>							
Kô Deni	2	-	98	-	-	-	-
Kô Ba	5	-	95	-	-	-	-
<u>plaine de Soubaka</u>							
Sakaro	1	6	93	-	-	-	-
Sakarialou branche sud	2	2	96	-	-	-	-

Tableau n° 3 : hydrographie des bassins versants et aptitude au ruissellement.

bassins versants	densités de drainage en km / km ²	aptitude hydrographique à la formation des crues	classe de perméabilité
<u>plaine du Badini</u>			
Badini amont	1,3	bonne	P ₃
Badini aval	1,16	-	P ₃
<u>plaine de Kangoura</u>			
Blétou	0,63	assez faible	P ₃
affluent rive gauche du Blétou	0,94	assez faible	P ₂
<u>plaine de Lomagara</u>			
cours d'eau principal			
1er tronçon	0,57	faible	P ₂
2ème tronçon	0,62	faible	P ₂
3ème tronçon	0,61	faible	P ₂
<u>plaine de Diérisso</u>			
Konbiaga	1,24	bonne	P ₂ - P ₃
affluent rive gauche	1,14	moyenne	P ₂
<u>plaine de Damana</u>			
Kô Deni	0,77	assez faible	P ₂
Kô Ba	0,81	moyenne	P ₂
<u>plaine de Soubaka</u>			
Sakaro	0,76	assez faible	P ₂
Sakarialou branche sud	0,93	moyenne	P ₂

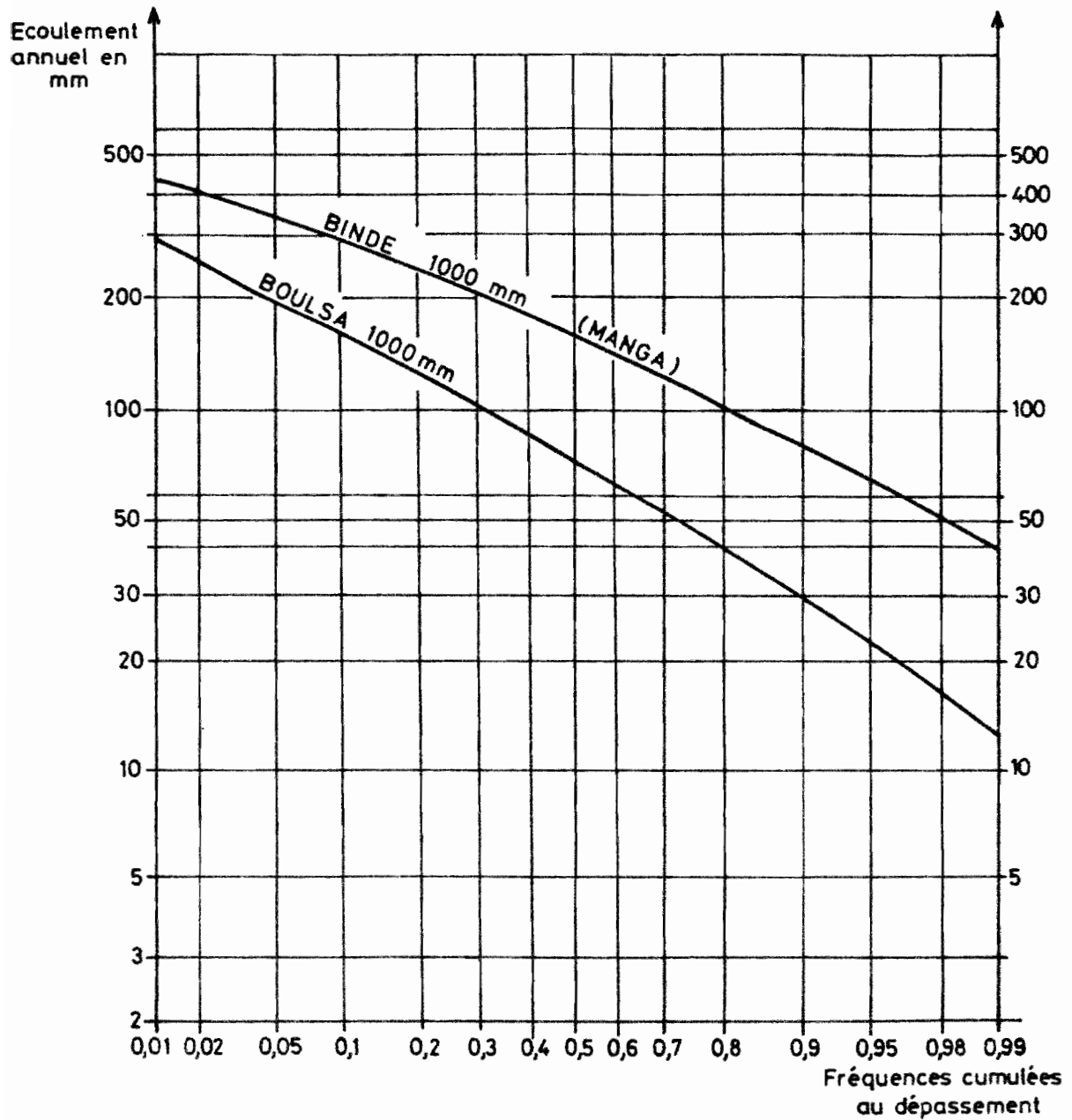


Figure n° 7 _ ECOULEMENT ANNUEL SUR SOL GRANITIQUE
 OU GRANITO GNEISSIQUE EN AFRIQUE TROPICALE
 $S = 25 \text{ Km}^2$
 (J. RODIER _ réf. biblio. n°4)

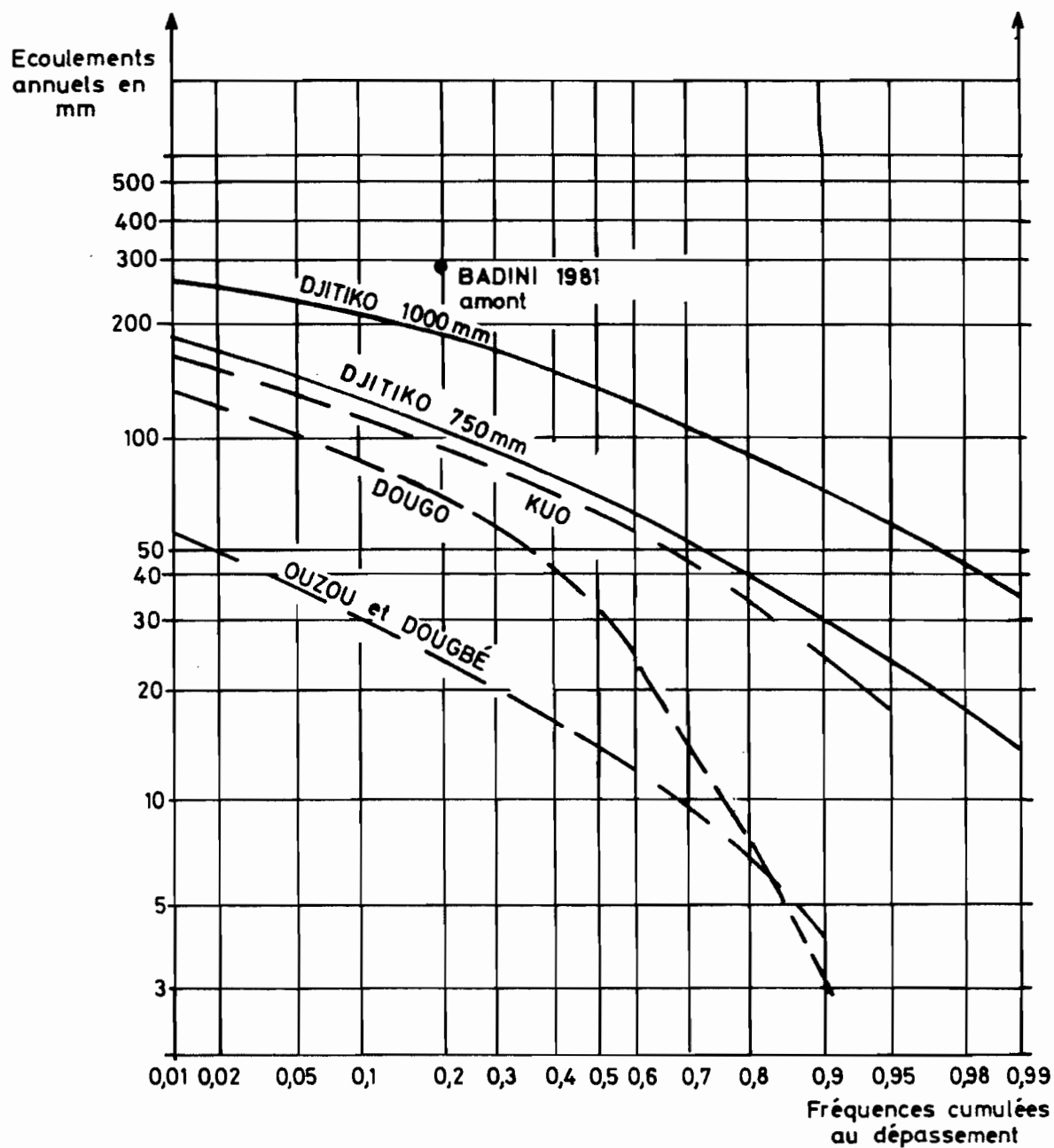


Figure n° 8 ECOULEMENT ANNUEL DE BASSINS VERSANTS EN AFRIQUE TROPICALE ($S = 25 \text{ km}^2$)

- bassins sur grès (J. RODIER ref. biblio. n°4)
- - - - - bassins sur schistes de la région de N'DOROLA

Écoulements annuels
médians en mm

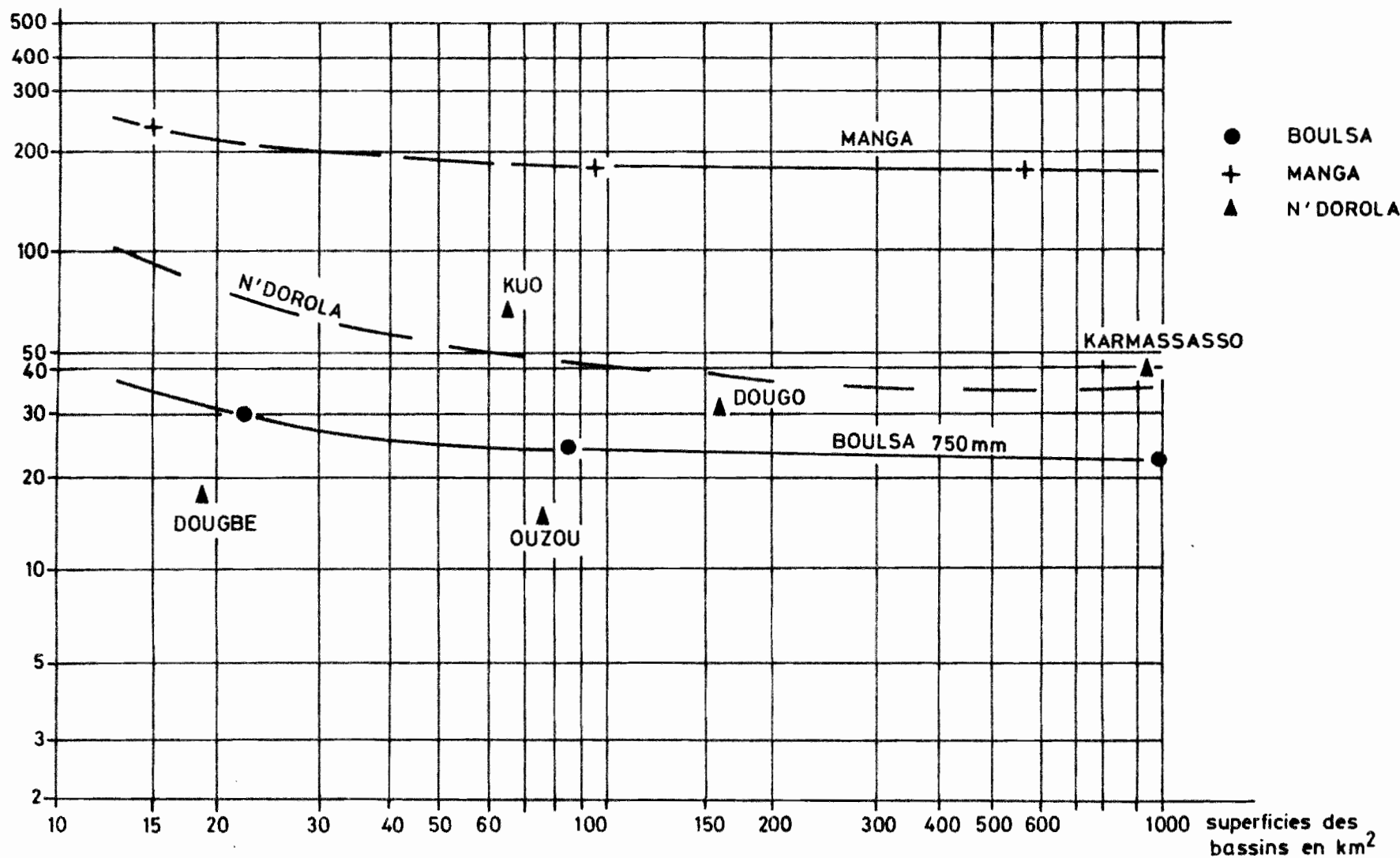


Figure n° 9 ÉCOULEMENT ANNUEL MÉDIAN DES BASSINS VERSANTS EN AFRIQUE TROPICALE

IV. Pluviométrie

La région de Banfora est couverte d'un réseau pluviométrique assez dense implanté dans les villages ou les villes les plus importants.

Pour les besoins de cette étude nous avons retenu les postes et les périodes suivantes :

BANFORA	- 1922 à 1986	- tableau n° 4
SINDOU	- 1958 - 1960	
	1969 - 1986	- tableau n° 5
LOUMANA	- 1961 - 1986	- tableau n° 5
SOUBAKANIEDOUGOU	- 1963 - 1986	- tableau n° 5

Une brève analyse statistique des pluies annuelles et des pluies journalières maximales nous conduit aux estimations suivantes :

	BANFORA	SINDOU	LOUMANA	SOUBAKA
<u>pluie annuelle</u> en mm				
fréquence 0,1	1440	1250	1355	1310
fréquence 0,5	1145	1045	1100	1095
fréquence 0,9	860	845	920	885
<u>pluie maximale journalière</u> en mm				
fréquence 0,1	108,4	105	118	110
fréquence 0,5	69,3	74	77,5	74

Au début du mois d'août 1986, des pluies assez fortes ont été observées dans la région de Banfora :

- . 71,2 millimètres à LOUMANA le 2/08/86
- . 82,8 millimètres à SOUBAKANIEDOUGOU le 1/08/86
- . 71,6 millimètres à SINDOU le 1/08/86

Elles font suite à des pluies abondantes observées aux mêmes postes entre le 24 et le 28 juillet, c'est à dire moins de 5 jours plus tôt. Survenues dans des conditions d'humectation des sols favorables au ruissellement, les pluies du 1er août 1986 ont provoqué de fortes crues. Des enquêtes et des relevés topographiques, effectués au cours du mois d'avril 1987, ont permis, comme nous le verrons ultérieurement, de fournir les estimations des débits maximaux correspondant à cet épisode pluvieux.

Tableau n° 4 : pluviométries annuelles et pluies journalières maximales annuelles au poste de BANFORA ville.

année	pluies annuelles en mm	pluies journalières maximales en mm	année	pluies annuelles en mm	pluies journalières maximales en mm
1922	1358,3	-	1960	1133,5	96,5
23	1346,0	-	61	953,4	80,6
24	1699,0	-	62	1239,2	153,2
25	1327,0	-	63	1418,6	138,5
26	836,0	53,0	64	1285,9	95,3
27	1377,7	77,5	65	1364,4	124,8
28	1029,8	75,2	66	1291,2	67,5
29	1430,0	61,0	67	1193,6	48,3
			68	1360,3	107,7
1930	1174,4	71,0	69	1003,4	116,3
31	1353,6	71,0			
32	1238,8	85,0	1970	1158,8	91,2
33	1615,3	56,0	71	1070,6	71,7
34	1321,7	115,3	72	1047,5	71,6
35	1536,7	85,4	73	944,2	80,5
36	1286,3	76,5	74	1024,1	54,7
37	1036,3	133,0	75	1074,9	126,3
38	1215,0	88,5	76	927,9	85,2
39	1048,9	85,4	77	1032,3	87,6
			78	944,5	120,5
1940	1045,6	47,5	79	813,1	74,1
41	1103,2	49,0			
42	913,0	71,0	1980	1045,5	56,0
43	1062,0	97,0	81	886,3	70,0
44	890,3	56,0	82	847,2	65,9
45	1270,9	73,0	83	544,3	45,9
46	883,0	73,0	84	770,1	55,8
47	884,8	73,0	85	1297,3	189,2
48	1084,0	81,0	86	957,4	91,0
49	1166,5	57,0			
1950	1230,6	103,8			
51	1439,8	83,0			
52	1582,0	81,7			
53	1233,0	82,7			
54	1432,8	68,5			
55	1147,4	61,2			
56	979,3	92,5			
57	1253,9	102,5			
58	1090,6	88,5			
59	1158,2	72,0			

pluie moyenne annuelle : 1151
(65 ans)

. valeurs extraites des données de la météorologie nationale du Burkina.

Tableau n° 5 : Pluviométries annuelles et pluies journalières maximales annuelles.

Années	SINDOU		LOUMANA		SOUBAKANIEDOUGOU	
	pluies annuelles en mm	pluies journalières maximales	pluies annuelles en mm	pluies journalières maximales	pluies annuelles en mm	pluies journalières maximales
1958	1083,6	58,3	-	-	-	-
59	1270,1	84,0	-	-	-	-
1960	1286,5	75,7	-	-	-	-
61	-	-	1087,8	96,1	-	-
62	-	-	1087,1	64,2	-	-
63	-	-	1004,5	50,2	1200,5	69,5
64	-	-	1595,5	83,9	1121,8	64,2
65	-	-	1073,5	65,3	1012,0	104,4
66	-	-	1262,0	77,7	1260,7	98,4
67	-	-	1241,8	76,7	1081,7	103,8
68	-	-	972,2	59,2	1156,8	80,8
69	1021,1	94,2	1034,4	99,6	1324,2	118,5
1970	1104,1	67,0	1277,7	131,7	1656,4	123,0
71	1048,1	84,7	973,5	53,2	1079,0	69,7
72	1189,4	85,7	1007,8	65,4	1057,8	48,1
73	866,3	94,8	872,1	57,7	910,2	60,7
74	1202,2	75,4	1322,4	111,9	1101,3	77,6
75	1068,4	66,7	1161,7	80,4	1104,8	75,4
76	884,1	49,2	1218,5	64,4	-	62,2
77	1172,1	127,5	1343,6	140,3	970,7	63,5
78	1091,2	58,4	1058,9	76,8	891,6	41,8
79	1047,9	98,5	1409,2	152,7	1313,8	103,2
1980	1059,6	54,9	1122,0	77,3	1113,6	46,1
81	1039,3	86,9	-	70,8	1255,2	84,5
82	876,4	39,5	942,5	42,4	937,2	64,0
83	769,8	92,2	875,3	100,5	764,9	52,5
84	903,4	95,6	990,7	81,0	946,6	76,0
85	896,8	42,5	938,5	55,8	932,0	76,5
86	1219,9	71,6	1192,9	71,2	1191,2	82,8

* valeurs extraites des données de la météorologie nationale du Burkina.

pluie moyenne annuelle :

SINDOU : 1052,4 mm

21 ans

LOUMANA : 1122,6 mm

25 ans

SOUBAKANIEDOUGOU : 1103,7 mm

23 ans

V. Prédétermination des apports

Des mesures hydrologiques ont été exécutées en 1980 et 1981 sur les rivières Badini et Kawara dans le cadre de l'étude hydrologique de la Léraba orientale dans la plaine de Douna - Gouindougouba (réf. biblio. n° 1 et 2). Malheureusement, seule la station Badini amont fut équipée d'un limnigraphe en 1981. Cette seule année de mesures continues des débits du marigot Badini nous permet de situer sans ambiguïté l'écoulement annuel de cette rivière.

Pour les autres marigots, nous aurons recours aux écoulements observés sur des bassins représentatifs présentant des caractéristiques climatiques, topographiques, hydrographiques et géologiques à peu près identiques à celles que nous avons déjà définies aux paragraphes I à II.

V.1. Écoulements annuels des bassins représentatifs

Parmi les nombreux bassins versants représentatifs d'Afrique de l'Ouest, nous avons sélectionné ceux dont les caractéristiques hydrodynamiques nous paraissent les plus proches des bassins versants de la région de Banfora. Leur liste et leurs caractéristiques sont consignées au tableau n° 6 page 38.

Les figures n° 7, 8 et 9, pages 26, 27 et 28, complètent les informations disponibles et fournissent les variations de l'écoulement annuel en fonction des fréquences au dépassement et de la taille des bassins.

Parmi les bassins sur substratum granitique, les bassins versants de Boulsa présentent les écoulements les plus faibles, ceux de Manga les écoulements annuels les plus élevés. Les premiers se distinguent des seconds par une densité de drainage nettement plus faible, un relief plus plat et une perméabilité plus élevée.

Parmi les bassins versants sur grès ou schistes, les bassins de N'DOROLA présentent les écoulements les plus faibles.

Pour certains bassins, aux pentes longitudinales très faibles, la chute des écoulements annuels s'accroît fortement pour les fréquences au dépassement supérieures à la médiane. C'est le cas en particulier du bassin versant du Dougo. La région de N'Dorola est située environ à 130 kilomètres au nord de Banfora.

V.2. Prédétermination des écoulements annuels

Nous allons maintenant procéder plaine par plaine, à la prédétermination des écoulements annuels. A cette fin, nous comparerons les caractéristiques physiques, physiographiques et géologiques des bassins de la région de Banfora à celles des bassins représentatifs de référence répertoriés au tableau n° 6.

Les écoulements annuels des bassins versants de la région de Banfora, en amont des plaines du Badini, de Kangoura, de Lomagara, de Diérisso, de Damana et de Soubaka, sont consignés au tableau n° 7. Ils sont exprimés en millimètres et en millions de mètres cubes.

Exprimé en millimètres, l'écoulement annuel correspond à une lame d'eau écoulée répartie uniformément sur l'ensemble du bassin versant. Il peut alors être comparé directement à la hauteur pluviométrique annuelle.

Exprimé en millions de mètres cubes, l'écoulement annuel correspond à un volume annuel écoulé, volume égal à la lame d'eau annuelle écoulée multipliée par la surface du bassin.

- les plaines du Badini

Nous disposons sur la rivière Badini d'une année de mesures continues des débits au droit de la piste Sindou-Kawara. C'est l'année 1981, qui présente les caractéristiques hydrologiques suivantes :

- pluviométrie annuelle à Sindou : 1039,3 millimètres
- lame écoulée : 292,2 millimètres
- volume écoulé : 26,3 millions de m³

Le bassin versant du Badini est essentiellement gréseux avec quelques épanchements de dolérite.

L'année 1981 semble légèrement excédentaire par rapport à la moyenne. Nous lui attribuerons une période de retour de 1 année sur 5 (fréquence au dépassement égale à 0,2).

L'allure de la courbe des écoulements annuels de la rivière Badini se situe donc, sur la figure n° 8 page 27, au-dessus de celle du bassin de Djitiko avec les mêmes caractéristiques de variation en fonction des fréquences au dépassement.

Le bassin versant complémentaire du Badini au droit de la piste Douna - Konadougou, est de 22 kilomètres carrés. Compte tenu des conditions défavorables au ruissellement sur ce bassin, nous assimilerons le comportement de ce bassin à celui de Boulssa sur la figure n° 7, page 26.

- la plaine de Kangoura

Le substratum du bassin versant du marigot Blétou est schisto-gréseux, son relief le classe entre les bassins de plaine et les bassins à faibles ondulations de terrain, sa densité de drainage est de 0,63 km / km². Son comportement sera supposé identique à celui des bassins de la région de N'Dorola et plus particulièrement à celui du Kuo.

Cependant, le bassin du Blétou étant beaucoup plus petit que celui du Kuo, il convient d'en augmenter les lames écoulées conformément aux courbes de la figure n° 9, page 28.

Le bassin versant de l'affluent rive gauche du Blétou est surtout granitique, son relief le classe entre les bassins de plaine et les bassins à faibles ondulations de terrain, sa densité de drainage est de 0,94 km/km². Il s'apparente plutôt aux bassins de la région de Boulssa. Il convient également pour ce bassin de tenir compte de sa superficie en augmentant légèrement les lames écoulées déterminées sur la figure n° 7.

- plaine de Lomagara

Parmi les bassins versants de plaine de la région de Banfora sur socle granitique, ceux qui sont situés en amont de la plaine de Lomagara présentent les aptitudes les plus faibles au ruissellement :

- . classe de relief R_2 ,
- . densités de drainage voisines de $0,6 \text{ km/km}^2$,
- . faible aptitude du réseau hydrographique.

Ils s'apparentent donc assez bien aux bassins versants de la région de Boulsa.

Une petite correction est nécessaire pour l'estimation des apports sur le cours d'eau au niveau du troisième tronçon.

- plaine de Diérisso

Le substratum géologique du bassin versant de la Konbiaga est formé de laves basiques et de schistes. Sur les laves basiques se sont développés des vertisols qui présentent la particularité d'être très perméables en début de saison humide puis très imperméables. Par ailleurs, le relief du bassin est de classe R_2 , sa densité de drainage est de $1,24 \text{ km/km}^2$. Il s'apparente donc assez bien au bassin gréseux de Djitiko.

La taille du bassin versant de la Konbiaga (138 km^2) étant 5 fois plus importante que celle des bassins de référence (25 km^2) nous diminuerons les écoulements annuels de la Konbiaga, conformément aux courbes de la figure n° 9.

L'affluent rive gauche de la Konbiaga, principalement sur roches granitiques, présente des caractéristiques intermédiaires entre les bassins versants de Manga et de Boulsa. Sa courbe de variation des écoulements annuels en fonction des fréquences au dépassement sera donc prise à égale distance entre les courbes de Boulsa et de Manga.

- plaines de Damana et de Soubaka

Les bassins versants des marigots qui irriguent les plaines de Damana et de Soubaka sont situés à plus de 95 % de leur superficie sur roches granitiques.

Leurs reliefs les classent entre les bassins de plaine et les bassins à faible ondulation de terrain. Seul le Sakarialou présente un profil longitudinal un peu plus pentu avec une pente moyenne de 5,6 mètres par kilomètre. Il présente également, avec le bassin versant du Kô Ba, une densité de drainage un peu plus forte que celles des autres bassins.

Les bassins du Kô Deni et du Sakaro seront supposés ruisseler de la même manière que les bassins de la région de Boulsa.

Les bassins du Kô Ba et de la branche sud du Sakarialou seront supposés ruisseler un peu plus activement que les bassins versants de Boulsa avant les corrections relatives à la superficie des bassins, corrections qui ont tendance à augmenter les lames écoulées des petits bassins et à diminuer les lames écoulées des bassins de superficie supérieure à 25 kilomètres carrés.

Tableau n° 6 : Principales caractéristiques des bassins représentatifs de référence

bassins versants	superficie en km ²	densité de drainage ₂ en km/km ²	classe de relief	classe de perméa- bilité	pluie annuelle médiane en mm	écoulement annuel médian en mm
<u>Sur granites</u>						
<u>BOULSA (Burkina)</u>						
Kognéré	22	0,68	R ₂	P ₃	750	35
Kogho	84,7	0,59	R ₂	P ₃	750	35
Niegha	1010	-	-	-		
<u>MANGA (Burkina)</u>						
Bindé	9,1	2,66	R ₂ -R ₃	P ₂	920	140
Zaptinga	15,1	3,19	R ₂ R ₃	P ₂	920	140
Kazanga	54,3	2,41	R ₃	P ₂	920	185
Louré	98	2,06	R ₃	P ₂	920	185
<u>Sur grès</u>						
<u>DJITIKO (Mali)</u>						
Djitiiko	100	1,59	R ₂	P ₃	1100	165
<u>Sur schistes</u>						
<u>N'DOROLA (Burkina)</u>						
Dougbe	19	0,95	R ₃	P ₃	1010	17
Kuo	68,5	0,39	R ₂ -R ₃	P ₃	1010	65
Ouzou	76	0,68	R ₂ -R ₃	P ₃	1010	14
Dougo	160	0,82	R ₂ -R ₃	P ₃	1010	31

Tableau n° 7 : écoulements annuels médians, décennaux humides et décennaux secs.

Bassins versants	écoulement annuel décennal humide		écoulement annuel médian		écoulement annuel décennal sec	
	lame en mm	volume 10^6 m^3	lame en mm	volume 10^6 m^3	lame en mm	volume 10^6 m^3
<u>plaines du Badini</u>						
Badini amont	330	28,4	200	17,2	114	9,8
Badini aval	297	35,6	174	20,9	97	11,6
<u>plaine de Kangoura</u>						
Blétou	200	1,6	119	0,95	50	0,40
affluent rive gauche du Blétou	350	1,4 à 3,2	115	0,46 à 1,1	25	0,1 à 0,23
<u>plaine de Lomagara</u>						
cours d'eau principal						
1er tronçon	170	3,0 à 3,9	71	1,25 à 1,65	30	0,5 à 0,7
2ème tronçon	170	4,8	71	2,0	30	0,85
3ème tronçon	140	5,8	60	2,5	25	1,03
<u>plaine de Diérisso</u>						
Konbiaga	141	19,5	71	9,8	50	6,9
affluent rive gauche	225	6,7	114	3,4	50	1,5
Oubinou Kô	130	26,2	65	13,2	42	8,4
<u>plaine de Damana</u>						
Kô Deni	198	3,8	90	1,73	38,5	0,74
Kô Ba	145	10,6	70	5,1	30	2,2
<u>Plaine de Soubaka</u>						
Sakaro	162	5,5	77	2,62	31,5	1,07
Sakarialou branche sud	155	9,1	74	4,3	32	1,9

VI. Prédétermination des crues

En l'absence de mesures hydrologiques sur un cours d'eau, il est paradoxalement plus facile de connaître les crues exceptionnelles de son bassin versant que ses débits les plus communs.

La connaissance des crues exceptionnelles est en effet facilitée par l'existence de traces, ou de dépôts laissés sur les rives qui bordent le cours d'eau, sur les arbres dressés dans le lit du marigot ou sur les ouvrages de franchissement du lit mineur. Les habitants qui résident à proximité du cours d'eau sont également susceptibles de fournir des renseignements intéressants sur les hauteurs d'eau, les vitesses du courant et les dates d'occurrence des crues.

Lorsque les crues exceptionnelles sont récentes, il est ainsi assez facile de déterminer au droit des pistes, des routes ou des chemins qui franchissent les marigots, les hauteurs maximales atteintes par les niveaux d'eau et les sections mouillées correspondantes. La détermination des vitesses moyennes, à partir des mesures de pente du lit majeur et d'une estimation de la rugosité du lit, ou à partir de mesures des dénivelées entre les niveaux du plan d'eau en amont et en aval des seuils hydrauliques déversants, permet de déterminer les débits correspondant aux hauteurs maximales observées.

Ce mode de détermination des débits est assez grossier ; il fournit cependant des ordres de grandeur plausibles des débits maximaux exceptionnels. Connaissant approximativement les dates d'occurrence de ces crues exceptionnelles, on recherche ensuite les événements pluviométriques qui les ont générées, événements dont il est possible d'apprécier la probabilité d'occurrence par une étude statistique.

L'autre mode de prédétermination des crues exceptionnelles consiste à comparer les caractéristiques topographiques, hydrographiques, climatiques et hydrodynamiques des sols d'un bassin à celles de bassins représentatifs dont les régimes hydrologiques sont bien connus.

En Afrique de l'Ouest, la méthode de référence pour ce type de travail est la méthode élaborée par Messieurs J. RODIER et C. AUVRAY (référence bibliographique n° 3). C'est celle que nous utiliserons avant de procéder au dépouillement des enquêtes de crues.

VI.1. Prédétermination des crues de fréquence décennale par la méthode RODIER - AUVRAY

VI.1.1. Généralités sur l'utilisation de la méthode

La méthode RODIER-AUVRAY se fonde sur la transformation en débits d'une pluie de fréquence décennale dans des conditions moyennes de ruissellement sur le bassin versant.

Les paramètres à déterminer sont les suivants :

- . la pluie ponctuelle de fréquence décennale,
- . le coefficient d'abattement de cette pluie ponctuelle,
- . le coefficient de ruissellement du bassin,
- . le temps de montée de la crue,
- . le temps de base de la crue,
- . le rapport entre le débit maximum de crue et son débit moyen.

La pluie ponctuelle de fréquence décennale est déterminée par une étude statistique des pluies journalières d'un poste de longue durée situé à proximité du bassin dont on veut déterminer les crues.

Le coefficient d'abattement CA permettant de déterminer la pluie moyenne, varie avec la taille du bassin. On utilise généralement les valeurs suivantes pour une pluie décennale :

$S < 25 \text{ km}^2$	CA = 1
$25 < S < 50 \text{ km}^2$	CA = 0,95
$50 < S < 100 \text{ km}^2$	CA = 0,90
$100 < S < 150 \text{ km}^2$	CA = 0,85
$150 < S < 200 \text{ km}^2$	CA = 0,80

Le coefficient de ruissellement, CR, du bassin versant et le temps de base de la crue, TB, sont les paramètres les plus difficiles à apprécier. Les auteurs de la méthode ont tracé des abaques dont nous fournissons ici, figures 10 à 13, les exemplaires indispensables à la détermination des coefficients de ruissellement et des temps de base des crues décennales des bassins tropicaux et tropicaux de transition.

Enfin, pour ce type de bassins, quelle que soit la superficie du bassin, on peut adopter la valeur de 2,5 comme estimation du rapport entre le débit maximum et le débit moyen de la crue décennale.

VI.1.2. Prédétermination des crues décennales des bassins versants de la région de Banfora.

- plaines du Badini

Les caractéristiques topographiques et physiographiques du bassin versant du marigot Badini classent ce bassin dans la catégorie $R_3 - R_4, P_3$.

La lecture des abaques fournit les estimations suivantes des paramètres de l'hydrogramme de crue en amont de la piste Sindou-Kawara :

- . temps de base : 16 heures
- . temps de montée : 3 heures
- . coefficient de ruissellement : 40 %

Or, au cours de l'année 1981, des observations limnimétriques continues ont été faites au pont de la piste Sindou-Kawara qui enjambe le marigot Badini. Le dépouillement d'une des plus fortes crues de l'année 1981, dessinée sur la figure n° 14, page 50, fournit des estimations très proches des valeurs lues sur les abaques. Le rapport entre le débit maximum et le débit moyen y apparaît simplement un peu plus faible, ainsi que le coefficient de ruissellement : 2,1 au lieu de 2,5 pour le rapport $\frac{Q_{MAX}}{\bar{Q}}$ et 33 % au lieu de 40 % pour le coefficient de ruissellement.

Malheureusement, l'irrégularité des mesures limnimétriques effectuées en 1980 et 1981 au pont de la piste Douna-Konadougou, ne permettent pas de tracer un hydrogramme de crue en amont de la basse plaine.

La seule indication susceptible de nous guider pour l'évaluation du débit maximum de fréquence décennale concerne les maxima observés aux deux stations amont et aval, le 22/08/1980 à la station amont ($18 \text{ m}^3/\text{s}$) et le 23/08/1980 à la station aval ($11 \text{ m}^3/\text{s}$).

Le coefficient réducteur des débits maximaux serait donc égal à 0,6 entre les deux stations.

- plaine de Kangoura

Le bassin versant du marigot Blétou est classé dans la catégorie $R_2 - R_3, P_3$ et celui de son affluent rive gauche dans la catégorie $R_2 - R_3, P_2$.

La pluie journalière de fréquence décennale sur ces bassins sera prise égale à celle de Loumana (118 millimètres).

La densité de drainage du réseau hydrographique du Blétou apparente son bassin à ceux de la région de Boulsa. Le coefficient de ruissellement de sa crue décennale sera pris égal à 30 %.

Le bassin versant de l'affluent rive gauche du Blétou est un peu plus imperméable et son réseau de drainage un peu plus dense. Ses crues décennales seront donc logiquement un peu plus fortes que celles du Blétou.

- plaine de Lomagara

Le bassin versant situé en amont de la plaine de Lomagara est un bassin de plaine imperméable : classe $R_2 P_2$.

La faible densité de drainage de son réseau hydrographique et sa forme très allongée devraient lui conférer des crues plus longues que celles des bassins de même classe.

La pluie journalière de fréquence décennale y sera prise égale à 110 millimètres, identique à celle de Soubakaniédougou.

- plaine de Diérisso

Le bassin versant de la Konbiaga, classé dans la catégorie $R_2 - R_3$, $P_2 - P_3$, présente des conditions favorables à la concentration des eaux de ruissellement dans sa partie amont mais des conditions assez défavorables dans sa partie aval. Nous supposons donc qu'il se comporte de manière identique aux bassins de sa catégorie.

L'affluent rive gauche de la Konbiaga présente des conditions un peu plus favorables que les bassins de sa catégorie à la concentration des eaux de ruissellement.

Le temps de base et le temps de montée de sa crue décennale seront supposés identiques à ceux de la classe R_3 .

La pluie ponctuelle de fréquence décennale sera prise égale à 114 millimètres en amont de la plaine de Diérisso, valeur intermédiaire entre celle de Loumana et celle de Soubakaniédougou.

- plaines de Damana et de Soubaka

Le bassin versant de la branche sud du Sakarialou est classé dans la catégorie R_3 , P_2 , les autres bassins dans la catégorie $R_2 - R_3$, P_2 .

L'aptitude des réseaux hydrographiques à la formation des crues est assez faible sur les bassins du Kô Deni et du Sakaro, moyenne sur les deux autres bassins.

La pluie ponctuelle de fréquence décennale est égale à 110 millimètres, valeur observée au poste de Soubakaniédougou.

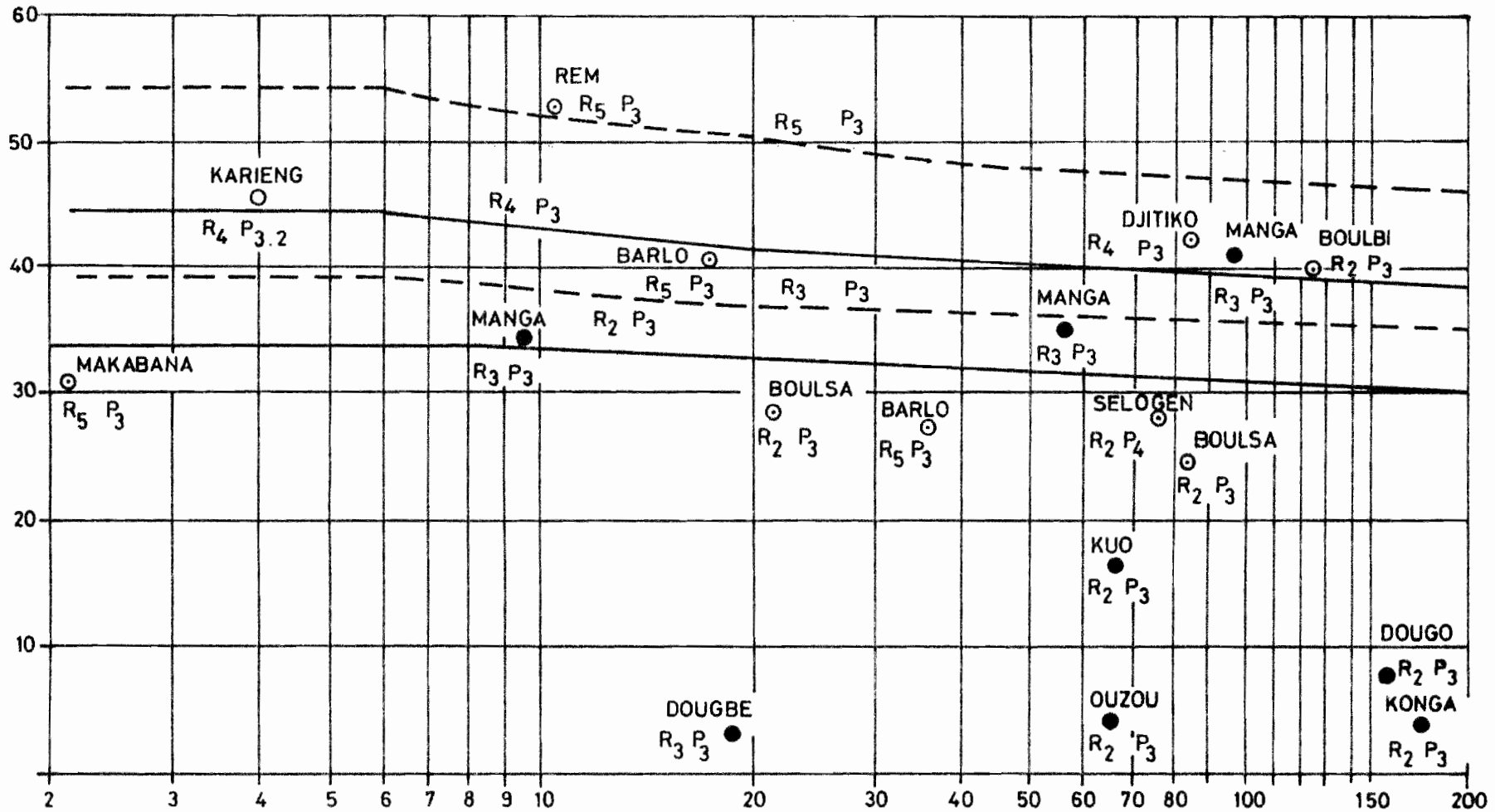
Les résultats de la prédétermination des crues décennales des marigots irriguant les plaines du Badini, de Kangoura, de Lomagara, de Diérisso, de Damana et de Soubaka sont consignés au tableau n° 8, page 45.

Tableau n° 8 : Crues décennales

bassins versants	superficie en km ²	pluie ponctuelle décennale en mm	coefficient d'abat- tement	coefficient de ruissel- lement en %	volume ruisselé 10 ⁶ m ³	temps de base en heures	débit maximum en m ³ /s
<u>plaines du Badini</u>							
Badini amont	86	105	0,9	40	3,25	17	133
Badini aval	120	105	0,85	38	4,06	24	90
<u>plaine de Kangoura</u>							
Blétou	8	118	1	30	0,283	15	13
affluent rive gauche	4 à 9,2	118	1	41	0,19 à 0,45	10 à 17	13 à 18
bassin complet	23,6	118	1	36	1,0	35	20
<u>plaine de Lomagara</u>							
cours principal							
1er tronçon	17,6	110	1	39	0,755	26	20
2ème tronçon	28,4	110	0,95	38	1,13	35	22
3ème tronçon	41,2	110	0,95	38	1,64	45	25
<u>plaine de Diérisso</u>							
Konbiaga	138	114	0,85	36	4,81	45	74
affluent rive gauche	29,6	114	0,95	42	1,35	20	47
Oubinou Kô	202	114	0,80	37	6,82	60	80
<u>plaine de Damana</u>							
Kô Deni	19,2	110	1	38	0,80	28	20
Kô Ba	72,8	110	0,9	40	2,88	40	50
bassin complet	118	110	0,8	36	3,74	50	52
<u>plaine de Soubaka</u>							
Sakaro	34,0	110	0,95	40	1,42	30	33
Sakarialou branche sud	58,4	110	0,90	40	2,31	28	57
Sakarialou	95,6	110	0,90	40	3,79	40	66

Figure n° 10

COEFFICIENT DE RUISSELLEMENT
 REGIMES TROPICAUX ET TROPICAUX DE TRANSITION
 (P varie de 800 à 1600 mm)
 PERMEABILITE P3



C R S T O M

Ao

DATE :

DESSINE :

DIV. 261.172

COEFFICIENT DE RUISSELLEMENT

Régimes tropicaux et tropicaux de transition

(P varie de 800 à 1600 mm.)

PERMÉABILITÉ P2

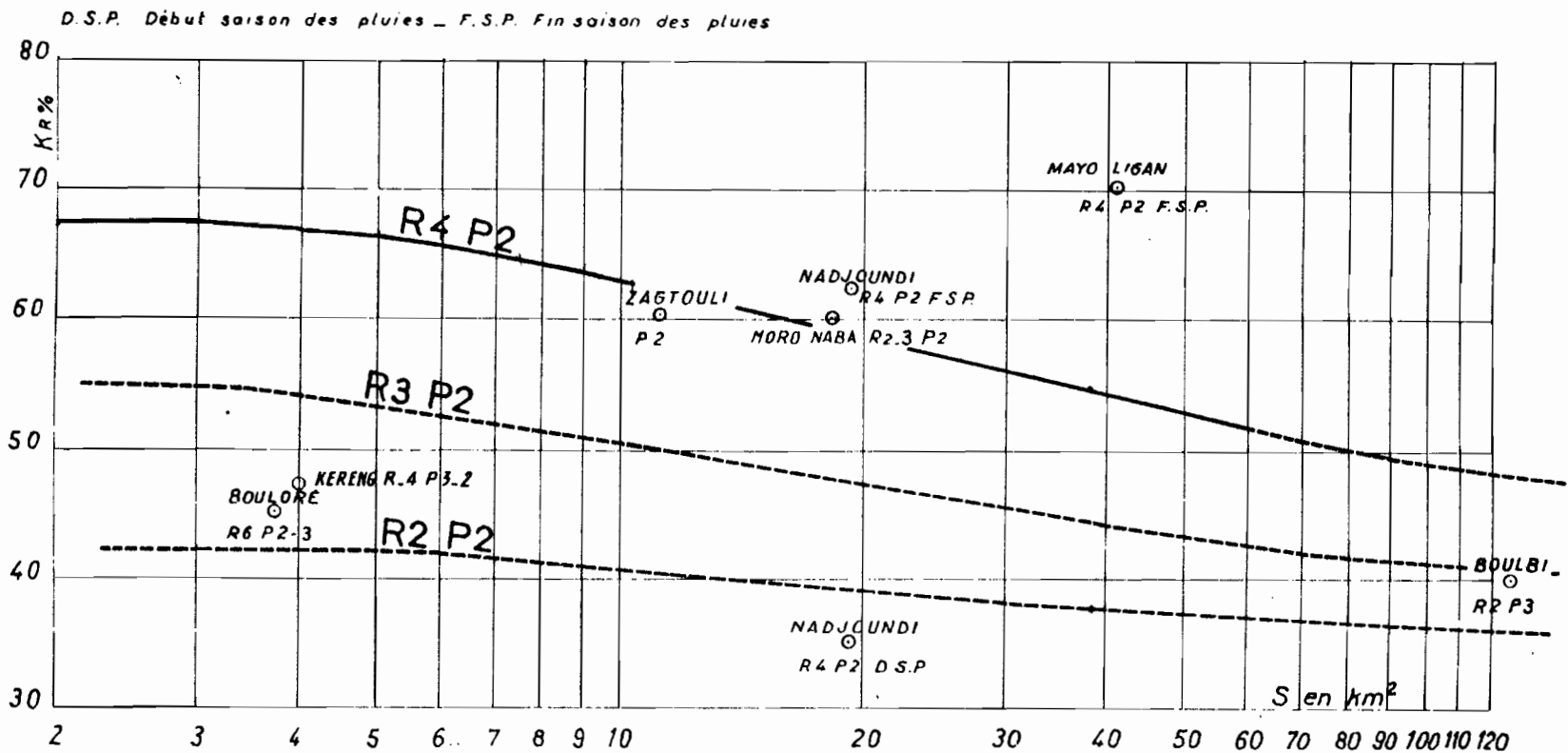
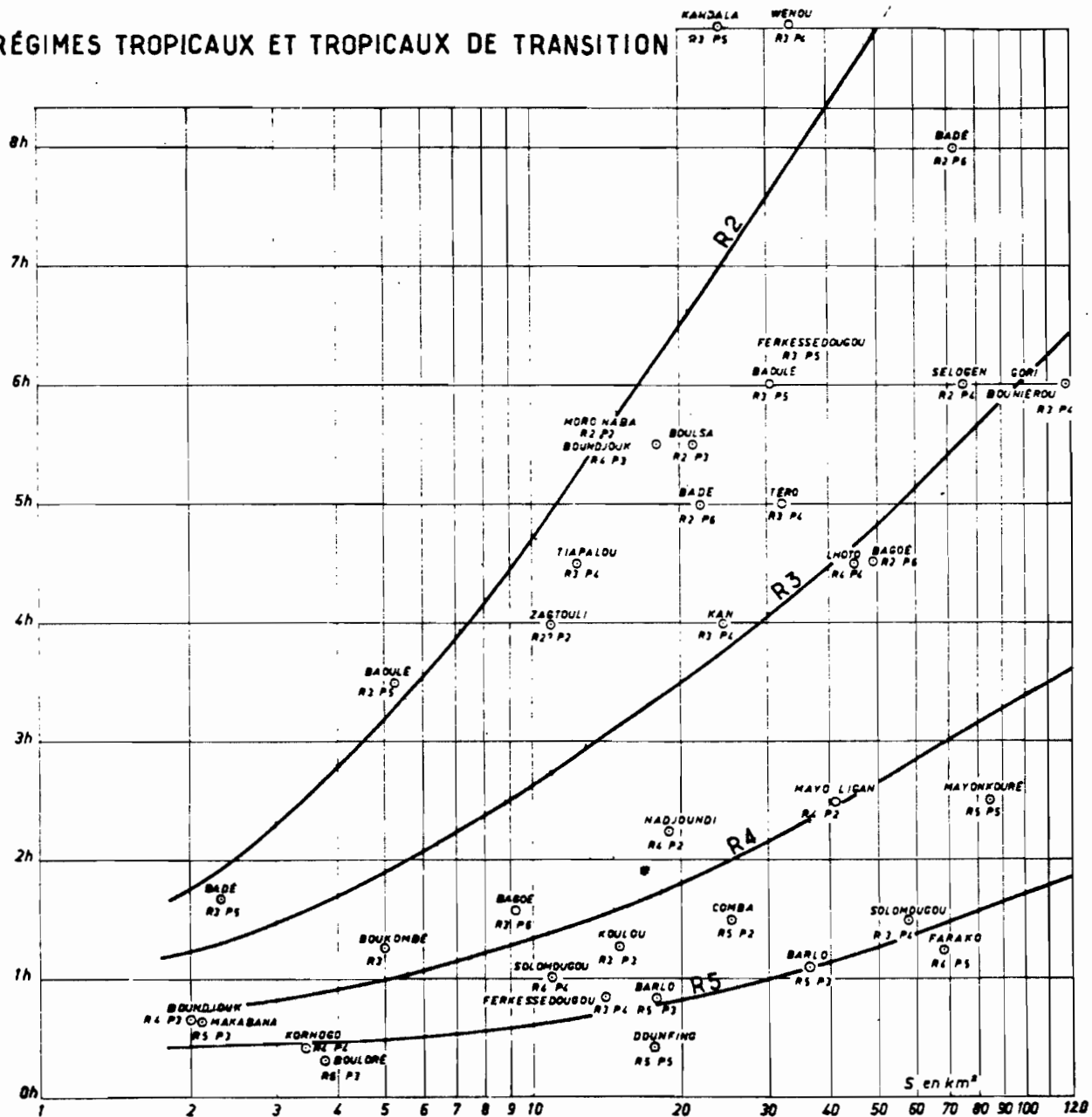


Figure n° 11

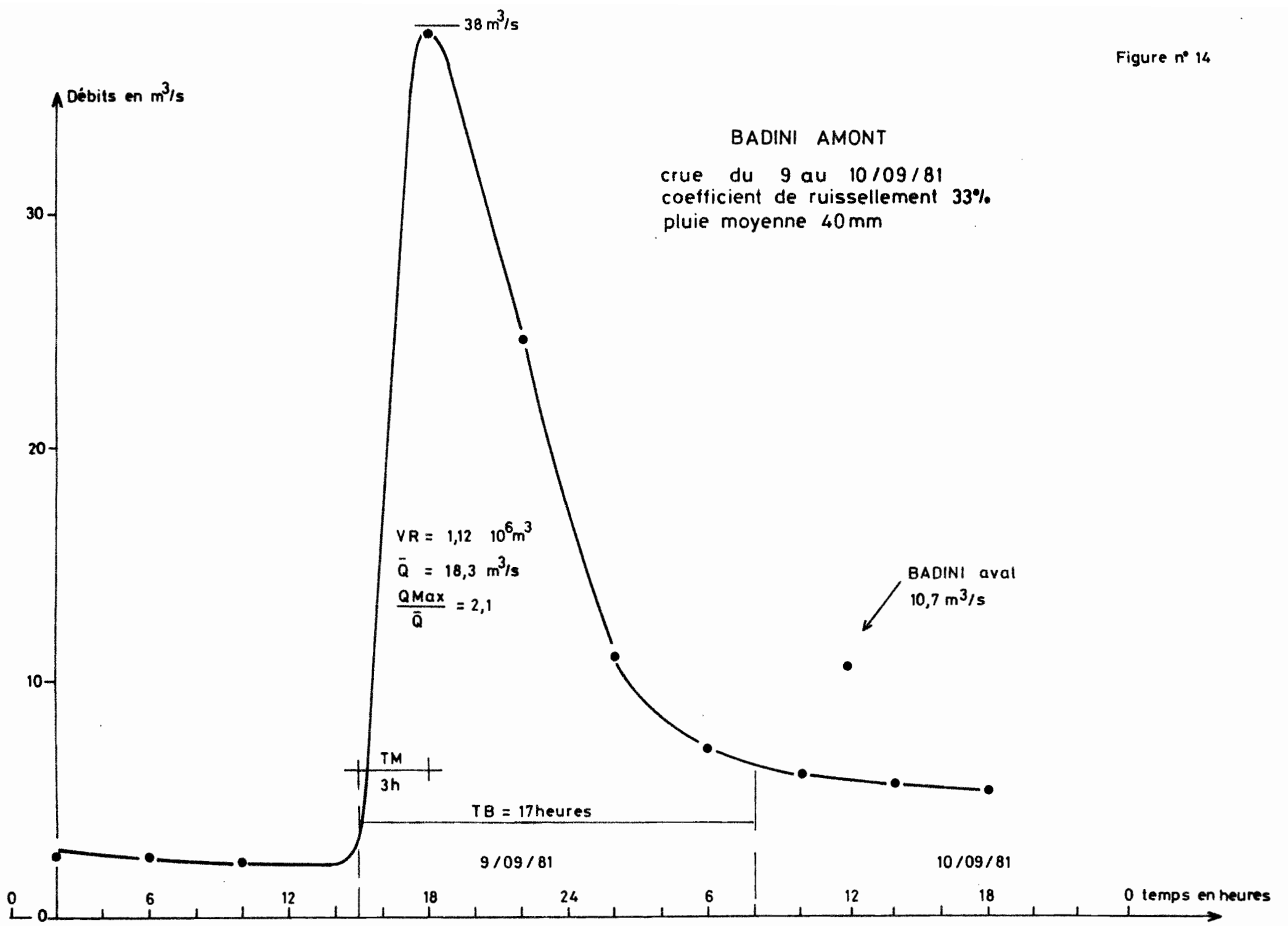
Temps de montée en fonction de R et de S

RÉGIMES TROPICAUX ET TROPICAUX DE TRANSITION



DIV. 26/163

Figure n° 14



VI.2. Prédétermination des crues décennales par enquêtes de crues

Au cours de notre périple dans la région de Banfora nous nous sommes efforcés de rechercher les indices et les traces du passage de la crue la plus forte de l'hivernage 1986. Nous avons aussi recherché les témoins oculaires de cet évènement. De nombreuses personnes, intriguées par l'étalement de notre matériel topographique, ont offert spontanément leurs services, qu'elles trouvent ici l'expression de toute notre gratitude.

La plupart des témoignages concordent pour dater la plus forte crue de l'hivernage 1986 au début du mois d'août.

L'examen des chroniques pluviométriques des postes de la région situent plus précisément cet évènement le 1er et le 2 août 1986. La pluviométrie moyenne sur les bassins versants semble avoir été comprise entre 70 et 80 millimètres pour la seule journée du premier août. Cette averse fait suite à une épisode pluviométrique, survenu 5 jours plus tôt, d'égale importance mais étalé sur deux jours.

Sans que l'on puisse préciser exactement la fréquence de ce double évènement, il semble bien que nous soyons en présence de crues, sur les bassins versants de la région de Banfora, dont la fréquence au dépassement est voisine de la fréquence décennale.

Il nous a donc semblé particulièrement intéressant de procéder en amont des plaines du Badini, de Kangoura, de Lomagara, de Diérisso, de Damana et de Soubaka aux travaux topographiques et aux enquêtes indispensables à la reconstitution des débits maximaux correspondant à cet évènement.

Les témoignages concernant les hauteurs maximales atteintes par les niveaux d'eau ne sont pas toujours concordants. Aussi souvent que possible nous avons eu recours à des témoignages séparés et au nivellement des dépôts laissés, sur les rives des cours d'eau, par les plus hautes eaux.

L'estimation des sections mouillées relatives aux plus hautes eaux a été faite par nivellement des sections transversales des cours d'eau. L'estimation des vitesses moyennes a été faite cas par cas en fonction des conditions hydrauliques particulières à chaque site.

- plaine du Badini amont

Au pont de la route Sindou-Kawara, nous avons recueilli le témoignage d'un passant affirmant avoir touché l'eau de ses doigts à partir du plancher du pont. Ce niveau maximum correspond à une cote de 9,0 mètres aux échelles limnimétriques.

Un autre témoin nous a indiqué le niveau maximum atteint en rive gauche du pont par les eaux du Badini. Le nivellement de ce second repère nous a donné la valeur de 8,90 mètres pour cote maximale des plus hautes eaux.

Le profil en travers du pont de la piste Sindou-Kawara, et ses ouvrages annexes, sont dessinés sur la figure n° 15.

A la cote 9,00 mètres, le pont présente une section de 25 mètres carrés. Les ouvrages annexes, buses, petits ponts à 2, 3 ou 6 travées, présentent une section globale de 31,7 mètres carrés. La section mouillée au-dessus de la piste est estimée à 78 mètres carrés.

Sans que nous ayons d'indications très précises sur les dénivelées entre les niveaux d'eau en amont et en aval de la piste, on peut penser qu'elles n'ont pas excédé 40 centimètres.

Ainsi, les vitesses moyennes et les débits des différentes parties de la section mouillée seraient les suivantes :

- pont : vitesse moyenne : 2 m/s
débit : 50 m³/s
- ouvrages annexes, buses, travées des ponceaux :
vitesse moyenne : 0,6 m/s
débit : 19 m³/s

. section mouillée sur la piste en déversement :

vitesse moyenne : 0,84 m/s
 débit : 65 m³/s

Le débit maximal total aurait donc été de 134 m³/s. En prenant une dénivelée de 30 centimètres entre les niveaux d'eau en amont et en aval de la piste, le débit maximal serait encore de 122 m³/s.

- plaine du Badini aval

Un profil en travers du lit majeur et du lit mineur de la rivière Badini a été exécuté le 15 avril 1987 au droit de la piste Douna-Konadougou. Il est dessiné sur la figure n° 16.

Divers témoignages concordent pour placer le niveau maximal de la plus forte crue de l'année 1986 au niveau du tablier du pont soit à la cote 3,26 mètres du nivellement 87 (cote 2,65⁴ aux anciennes échelles limnimétriques des années 1980 et 1981).

Les sections mouillées qui correspondent à ce niveau maximal se décomposent ainsi :

. pont : 14 m²
 . 2 buses de diamètre 80 cm : 1 m²
 . 3 buses de diamètre 60 cm : 0,85 m²
 . section mouillée sur la piste : 396 m²

Sous le pont, une extrapolation de la courbe de tarage (réf. biblio. n° 2) permet de fixer à 20 m³/s le débit correspondant à la cote 2,65 mètres.

Pour les 5 buses, la vitesse moyenne ne devrait pas y dépasser 0,6 m/s correspondant à un débit de 1,1 m³/s.

La vitesse moyenne du courant sur la piste est beaucoup plus difficile à estimer. Un profil en long de la plaine du Badini en amont et en aval du pont de la piste Douna-Konadougou nous a permis de mesurer très précisément la pente du lit majeur, égale à 2,8 mètres par kilomètre.

En tenant compte de l'obstacle créé par la piste, la pente de la ligne d'eau serait de 1,6 mètre par kilomètre en amont de la piste. Le rayon hydraulique de la section mouillée est de 0,46 mètre si l'on tient compte d'une réduction de la section due à la végétation herbacée abondante dans le lit majeur. En définitive, la vitesse moyenne dans le lit majeur serait de l'ordre de 0,35 mètre par seconde pour une section mouillée de 280 mètres carrés.

Le débit maximum de la crue du 2 au 3 août 1986 se décompose donc ainsi :

- . pont : 20 m³/s
- . ouvrages annexes : 1 m³/s
- . déversement sur piste : 98 m³/s
- soit un total d'environ : 120 m³/s.

- plaine de Kangoura

Sur le marigot Blétou à Kangoura, au droit de la piste Kangoura - Moadougou, les témoins s'entendent à fixer, en rive gauche, le niveau d'eau maximum à la cote 2,92 mètres du nivellement d'avril 87 et en rive droite, le niveau d'eau maximum à la cote 3,10 mètres.

En aval de la piste, le niveau du plan d'eau aurait atteint la cote 2,857 mètres.

La dénivelée entre le niveau amont et le niveau aval était donc d'environ 10 centimètres.

La section mouillée, pour une cote maximale de 3 mètres, se répartit de la manière suivante :

- . pont rive droite : 5 m²
- . section mouillée sur piste rive droite : 7,4 m²
- . pont rive gauche : 3,4 m²
- . section mouillée sur piste rive gauche : 19 m²

L'écoulement des eaux sur la piste peut être assimilé à l'écoulement des eaux sur un déversoir à large seuil dont l'expression du débit est formulé par l'équation :

$$Q = \mu S \sqrt{2 g H}$$

avec $\mu = 0,3$ et $H = 0,10$ mètres.

L'écoulement des eaux sous les ponceaux peut être assimilé à l'écoulement des eaux dans un orifice avec :

$$Q = m S \sqrt{2gH} \quad \text{ou} \quad m = 0,7.$$

La répartition des débits se fait alors de la manière suivante :

- pont rive droite et pont rive gauche : $8 \text{ m}^3/\text{s}$
 - section mouillée sur la piste : $11 \text{ m}^3/\text{s}$,
- soit un total de $19 \text{ m}^3/\text{s}$.

Sur l'affluent rive gauche du marigot Blétou, dont la section mouillée est dessinée sur la figure n° 18, la rivière en crue a accroché des herbes aux buissons placés le long de la piste. Le nivellement de ces laisses de crue a fourni la cote de 2,95 mètres en rive gauche et la cote de 2,90 mètres en rive droite, pour cotes maximales des plus hautes eaux en 1986 (nivellement du 14 avril 1987).

En aval de la route, le niveau maximal a été repéré à la cote 2,17 mètres.

La dénivelée entre la cote amont et la cote aval était donc de 78 centimètres.

Le franchissement des eaux de l'affluent rive gauche du Blétou sur la piste Kangoura-Moadougou ressemblait donc à un déversement en nappe libre sur la piste (déversement sur un large seuil) et à un écoulement sur un déversoir noyé pour la partie centrale de la section mouillée correspondant au débouché du pont emporté par la rivière.

Les résultats des calculs hydrauliques sont alors les suivants :

Les écarts entre cotes maximales se sont révélés supérieurs à 80 centimètres pour une largeur de la section mouillée de plus de 300 mètres.

En outre, le lit majeur et le lit mineur de la Konbiaga sont encombrés d'une végétation arborée, arbustive et herbacée très abondante, de telle sorte qu'il est impossible de fournir en cet emplacement une estimation raisonnable de la vitesse moyenne du cours d'eau.

Sur l'affluent rive gauche de la Konbiaga, une enquête sur la crue du mois d'août 1986 a été réalisée au droit de la piste Dakoro - Diérisso, très près du village de Diérisso. De nombreux témoignages nous permettent de fixer le niveau maximal atteint par les eaux à la cote 3,45 du nivellement d'avril 1987 (conf. figure n° 21).

Cette cote correspond à une section mouillée de 156 mètres carrés sur la piste, section dont le rayon hydraulique est de 0,71 mètre.

La pente moyenne du lit majeur est de 2,4 mètres par kilomètre; en tenant compte de la surélévation de la piste d'une cinquantaine de centimètres, la pente de la ligne d'eau serait de 1,6 mètre par kilomètre. Avec un coefficient de rugosité de 15, la vitesse moyenne du courant peut être estimée à 0,48 m/s.

Le débit maximum de l'année 1986 sur l'affluent rive gauche de la Konbiaga est ainsi estimé à $74 \text{ m}^3/\text{s}$.

- plaine de Damana

Près du village de Damana, nous avons procédé à des relevés topographiques des profils transversaux et longitudinaux des marigots Kô Ba et Kô Deni. Ces profils sont dessinés sur les figures n° 22 à 25.

Les enquêtes sur les crues de l'hivernage 1986, fixent sans trop d'ambiguïté les niveaux maximaux atteints par les eaux au début du mois d'août 1986 et permettent d'effectuer les estimations suivantes :

- Kô Deni, crue du 1 au 2 août 1986

section mouillée	:	72 m ²
rayon hydraulique	:	0,655 mètre
pente moyenne	:	1,8 m/km
vitesse moyenne	:	0,48 m/s
débit maximum	:	35 m ³ /s

- Kô Ba, crue du 1 au 2 août 1986

section mouillée	:	110 m ²
rayon hydraulique	:	1 mètre
pente moyenne	:	1,4 m/km
vitesse moyenne	:	0,56 m/s
débit maximum	:	62 m ³ /s

- plaine de Soubaka

Sur le marigot Sakaro, au droit de la piste Soubakanié-dougou-Taniana, nous avons effectué des relevés topographiques des profils transversal et longitudinal du Sakaro. Ces profils sont dessinés sur les figures n° 26 et 27.

Les sections mouillées du marigot Sakaro se répartissent comme suit :

. section mouillée sous le pont	:	16 m ²
. section mouillée sur la piste	:	36 m ²

La dénivelée entre le niveau amont et le niveau aval, pour les plus hautes eaux de la crue du début du mois d'août 1986, est d'environ 16 centimètres. La vitesse moyenne sous le pont serait donc voisine de 0,9 m/s et la vitesse moyenne sur la piste serait voisine de 0,5 m/s. Le débit maximum de la crue la plus forte de l'hivernage 1986 du marigot Sakaro est donc estimé à 32 m³/s.

Sur la branche sud du Sakarialou, il semble que l'on puisse fixer, sur le profil en travers exécuté au droit de la piste Soubakaniédougou-Télé Dougou, la hauteur maximale atteinte par les niveaux d'eau au cours de l'hivernage 1986 à la cote 3,475 mètres (conf. figure n° 28).

A cette cote maximale, les sections mouillées se répartissent de la façon suivante :

- . pont rive gauche : 9,4 m²
- . pont rive droite : 12,1 m²
- . section mouillée sur la piste : 37,8 m²

La dénivelée entre la cote amont et la cote aval ne devait pas excéder 60 centimètres et la vitesse moyenne sous les deux ponceaux dépasser 1,5 m/s.

La hauteur moyenne de l'eau sur la piste, pour la cote 3,475 mètres, est estimée à 36 centimètres. Cette hauteur d'eau correspond à une vitesse moyenne de 0,8 m/s sur la piste.

Le débit maximum de la crue du 1 au 2 août 1986 sur la branche sud du Sakarialou est donc estimé à 62 m³/s.

VI.3. Conclusion sur la prédétermination des débits maximaux de fréquence décennale.

Dans l'ensemble, les enquêtes menées sur les marigots qui irriguent les plaines du Badini, de Kangoura, de Lomagara, de Diérisso, de Damana et de Soubaka, enquêtes visant à estimer les débits maximaux des crues du 1 et 2 août 1986, confirment les estimations fournies par la méthode RODIER - AUVRAY.

Cependant on notera quelques exceptions.

Les débits maximaux observés sur la marigot Blétou, sur l'affluent rive gauche de la Konbiaga, sur le Kô Deni et le Kô Ba au cours des crues du 1 et 2 août 1986 sont plus élevés que les débits maximaux de fréquence décennale estimés par la méthode RODIER-AUVRAY.

Inversement, les débits maximaux observés en 1986 sur l'affluent rive gauche du Blétou et sur le marigot qui irrigue la plaine de Lomagara sont inférieurs aux débits maximaux de fréquence décennale.

Les différences entre les deux estimations ne sont importantes que pour le marigot Blétou, l'affluent rive gauche de la Konbiaga et le Kô Deni (conf. tableau n° 9 page 61).

Finalement, le chiffre qu'il convient d'adopter pour l'estimation du débit maximum de fréquence décennale, dépend du type d'ouvrage dont il est envisagé la construction. Pour un pont et un petit barrage en terre, il est préférable de prendre la valeur la plus forte des deux méthodes estimatives. Pour un canal de drainage dont la submersion n'entraîne pas de dégâts particuliers importants, on prendra la plus faible.

Tableau n° 9 : débits maximaux en m³/s

bassins versants	Méthode RODIER-AUVRAY crue décennale	crues du 1 et 2 août 1986	écarts relatifs en %
<u>plaines du Badini</u>			
Badini amont	133	134	+ 1 %
Badini aval	90	120	+ 33 %
<u>plaine de Kangoura</u>			
Blétou	13	19	+ 46 %
affluent rive gauche du Blétou	18	13,5	- 25 %
<u>plaine de Lomagara</u>			
cours d'eau principal			
1er tronçon	20	14	- 30 %
2ème tronçon	22	-	
3ème tronçon	25	-	
<u>plaine de Diérisso</u>			
Konbiaga	74	-	
affluent rive gauche	47	74	+ 57 %
Oubinou-Kô	80	-	
<u>plaine de Damana</u>			
Kô Deni	20	35	+ 75 %
Kô Ba	50	62	+ 24 %
<u>plaine de Soubaka</u>			
Sakaro	33	32	- 3 %
Sakarialou branche sud	57	62	+ 8 %

VII. Conclusion Générale

Le tableau n° 10 page 63 résume l'essentiel des données hydrologiques relatives aux bassins versants des marigots qui irriguent les plaines du Badini, de Kangoura, de Lomagara, de Diérisso, de Damana et de Soubaka.

Les estimations des écoulements annuels et des crues décennales du marigot Badini, confortées par les mesures hydrologiques de l'année 1981 et l'enquête sur la crue du 1 et 2 août 1986, sont certainement les plus fiables.

Les enquêtes sur les crues de l'hivernage 1986 et plus particulièrement sur les crues du 1 et 2 août 1986, semblent indiquer des ruissellements un peu plus abondants que prévus sur les marigots Kô Deni, Blétou et sur l'affluent rive gauche de la Konbiaga. Toutefois, en l'absence de mesures hydrologiques directes des débits et en l'absence d'enregistrements continus des niveaux d'eau, les chiffres qui sont indiqués au tableau récapitulatif n° 10 doivent être considérés comme les estimations les plus probables des apports annuels et des crues décennales de ces marigots.

Une connaissance plus approfondie des régimes hydrologiques nécessiterait l'installation de stations hydrologiques et leur suivi hydrométrique pendant deux à trois ans.

Il serait alors possible de modéliser le comportement hydrologique des bassins et de simuler leurs ruissellements sur des périodes de plusieurs dizaines d'années.

Tableau n° 10 : Estimation des écoulements annuels
et des crues décennales.

bassins versants	écoulement annuel			crue décennale	
	décennal humide 10^6 m^3	médian 10^6 m^3	décennal sec 10^6 m^3	volume ruisselé 10^6 m^3	débit maximum en m^3/s
<u>plaines du Badini</u>					
Badini amont	28,4	17,2	9,8	3,25	134
Badini aval	35,6	20,9	11,6	4,06	120
<u>Plaine de Kangoura</u>					
Blétou	1,6	0,95	0,40	0,41	19
affluent rive gauche	3,2	1,1	0,23	0,45	18
cours d'eau principal	4,8	2,05	0,63	1,71	34
<u>plaine de Lomagara</u>					
cours d'eau principal					
1er tronçon	3,0 à 3,9	1,25 à 1,65	0,5 à 0,7	0,755	20
2ème tronçon	4,8	2,0	0,85	1,13	22
3ème tronçon	5,8	2,5	1,03	1,64	25
<u>plaine de Diérisso</u>					
Konbiaga	19,5	9,8	6,9	4,81	74
affluent rive gauche	6,7	3,4	1,5	1,35	47
Oubinou Kô	26,2	13,2	8,4	6,82	80
<u>plaine de Damana</u>					
Kô Deni	3,8	1,73	0,74	1,4	35
Kô Ba	10,6	5,1	2,2	3,6	62
cours d'eau principal	14,4	6,83	2,94	5,6	78
<u>plaine de Soubaka</u>					
Sakaro	5,5	2,62	1,07	1,42	33
Sakarialou branche sud	9,1	4,3	1,9	2,5	62
Sakarialou	14,6	6,92	2,97	4,1	72

Bibliographie

- 1 - J. CLAUDE et R. GUALDE
Ecoulements de la Léraba orientale dans la plaine de Douna - Gouindougouba.
56 pages, 10 figures, 14 pages et 17 figures en annexe - Centre ORSTOM de Ouagadougou - décembre 1980.
- 2 - J. CLAUDE, R. GUALDE, M. LOINTIER
Ecoulements de la Léraba orientale dans la plaine de Douna - Gouindougouba.
35 pages, 10 figures, 10 tableaux annexes - Centre ORSTOM de Ouagadougou - janvier 1982.
- 3 - J. RODIER et C. AUVRAY
Estimation des débits de crues décennales pour les bassins versants de superficie inférieure à 200 km² en Afrique Occidentale.
30 pages, 13 graphiques, CIEH - ORSTOM - juillet 1965.
- 4 - J. RODIER
Evaluation de l'écoulement annuel dans les régions tropicales sèches d'Afrique Occidentale.
Cahiers ORSTOM, sér. hydrol., vol. XIII, n° 4, 1976
pages 269 à 306.

BURKINA - FASO

Conseil National de la Révolution

Ministère de l'Agriculture
et de l'Elevage

Institut Français
de Recherche Scientifique
pour le Développement
en Coopération

U R S T O M

Développement de la riziculture

dans l'ORD de la COMOE

Phase II

Etude hydrologique

Annexes

profils topographiques

U R S T O M
BP. 182
OUAGADOUGOU

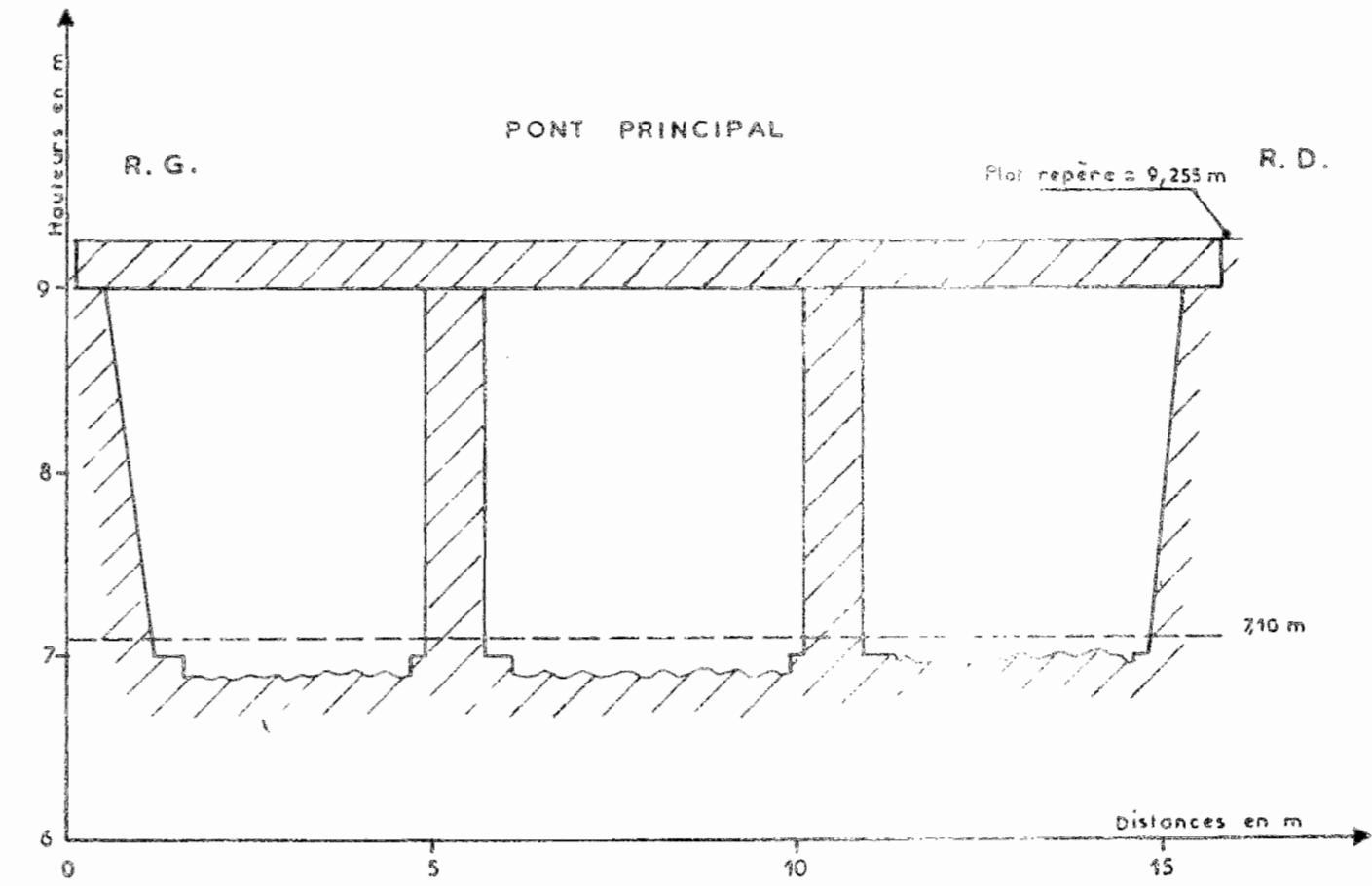
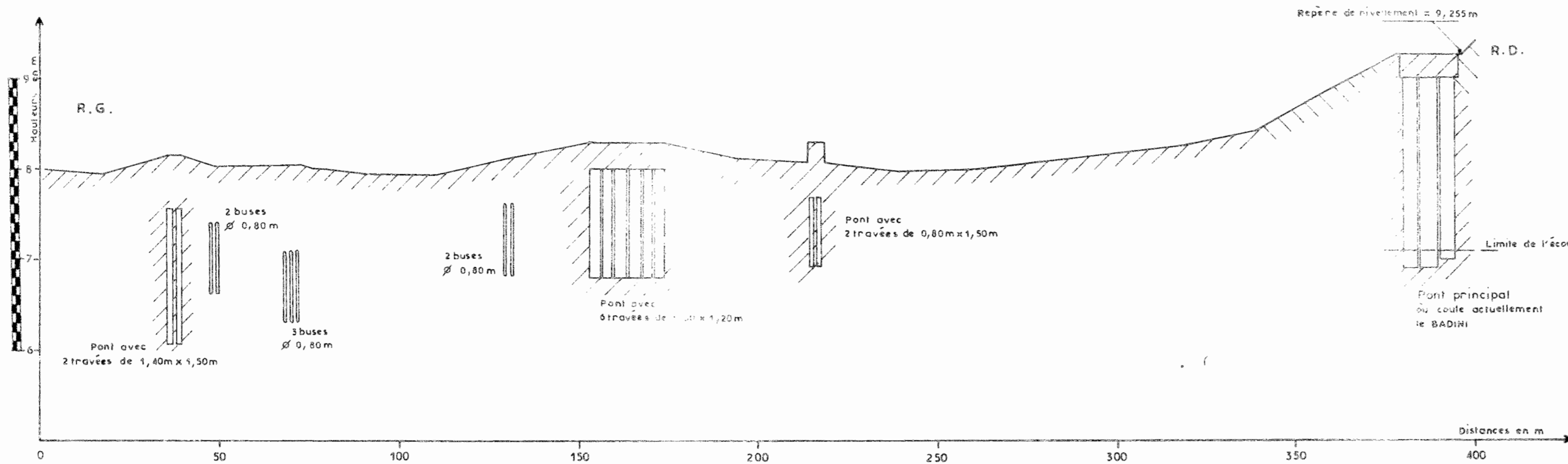
J.M. LAMACHERE

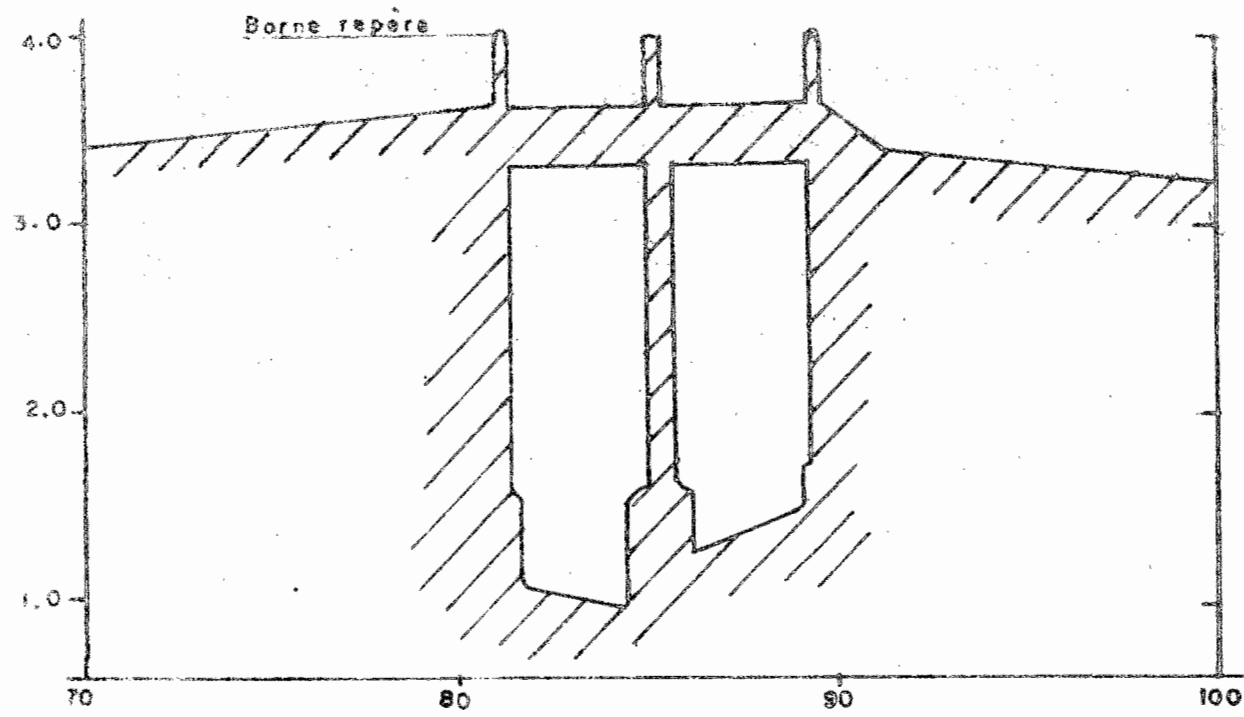
Avril 1987

STATION du BADINI AMONT

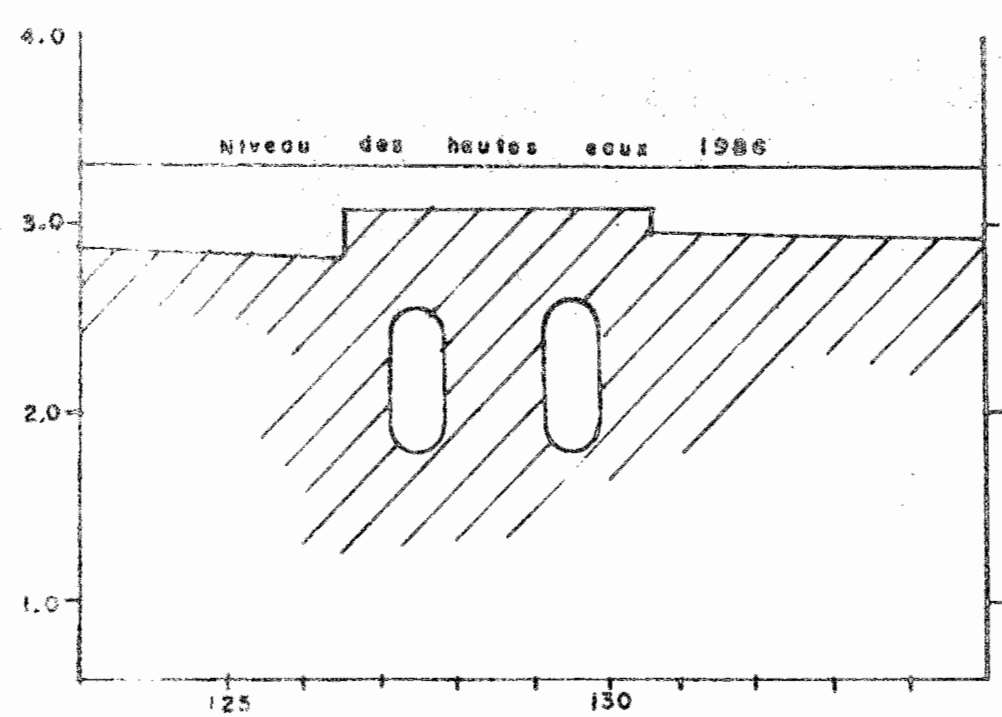
PROFIL EN TRAVERS AU NIVEAU DES PONTS ET DE LA PISTE

SINDOU-LOUMANA (29/2/80)

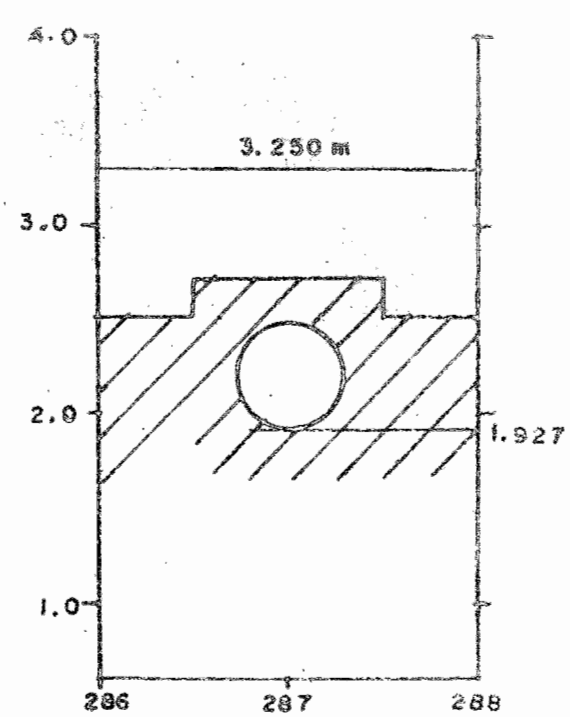




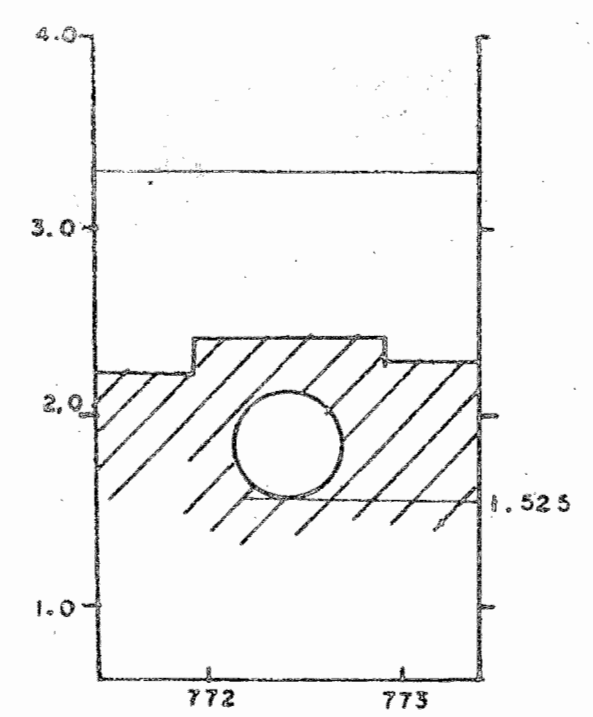
Coupe transversale du Pont



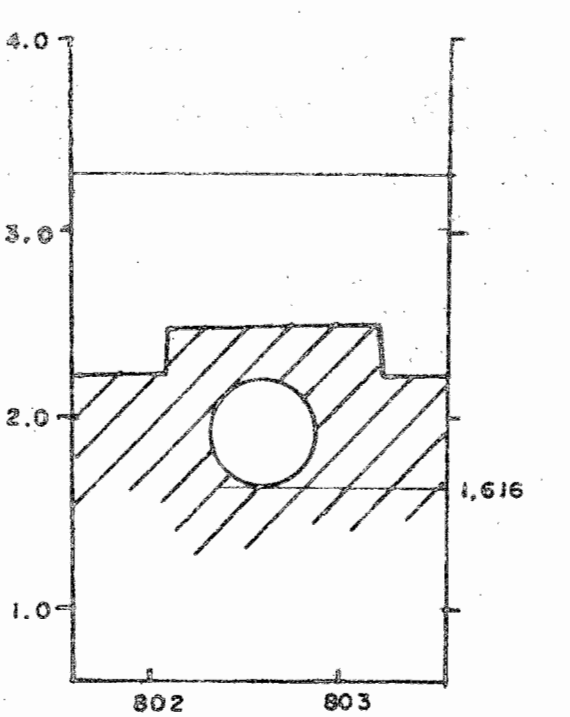
Coupe transversale des buses Ø 80



Coupe buse Ø 60 n°1



Coupe buse Ø 60 n°2



Coupe buse Ø 60 n°3

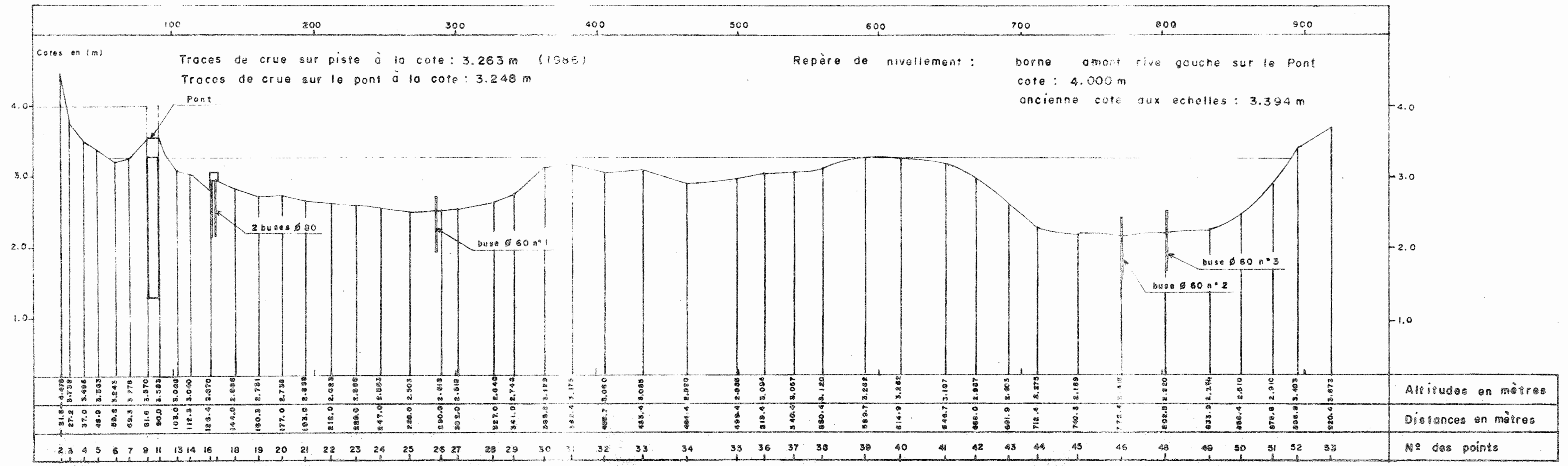


Fig. 16 - PROFIL EN TRAVERS DE LA RIVIERE BADINI A SON PASSAGE SUR LA PISTE DOUNA KONADOUGOU le 15/04/1987

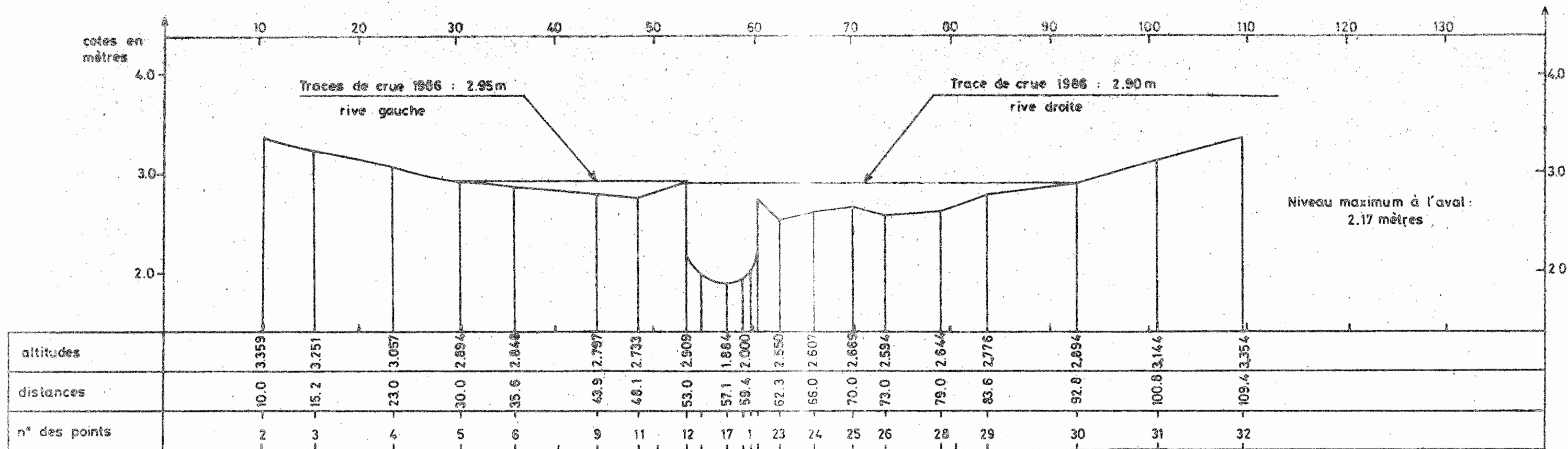


Figure n° 18 PROFIL EN TRAVERS DE L'AFFLUENT RIVE GAUCHE DU BLETOU Le 14 AVRIL 1987

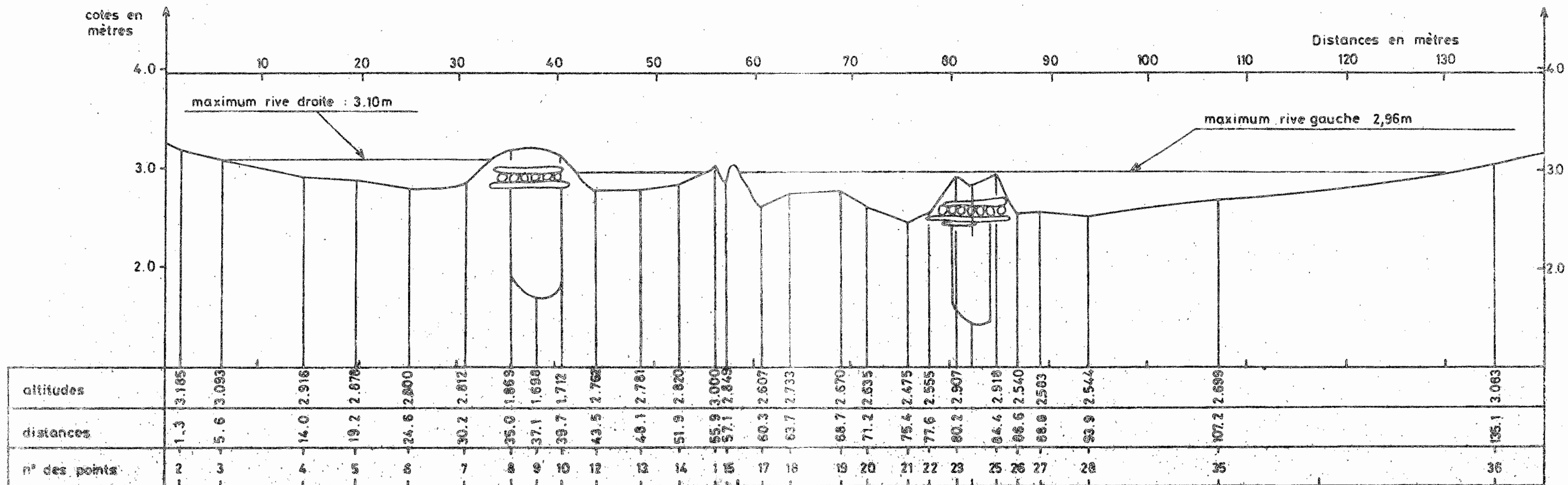


Figure n° 17 PROFIL EN TRAVERS DU BLETOU A KANGOURA Le 14 AVRIL 1987

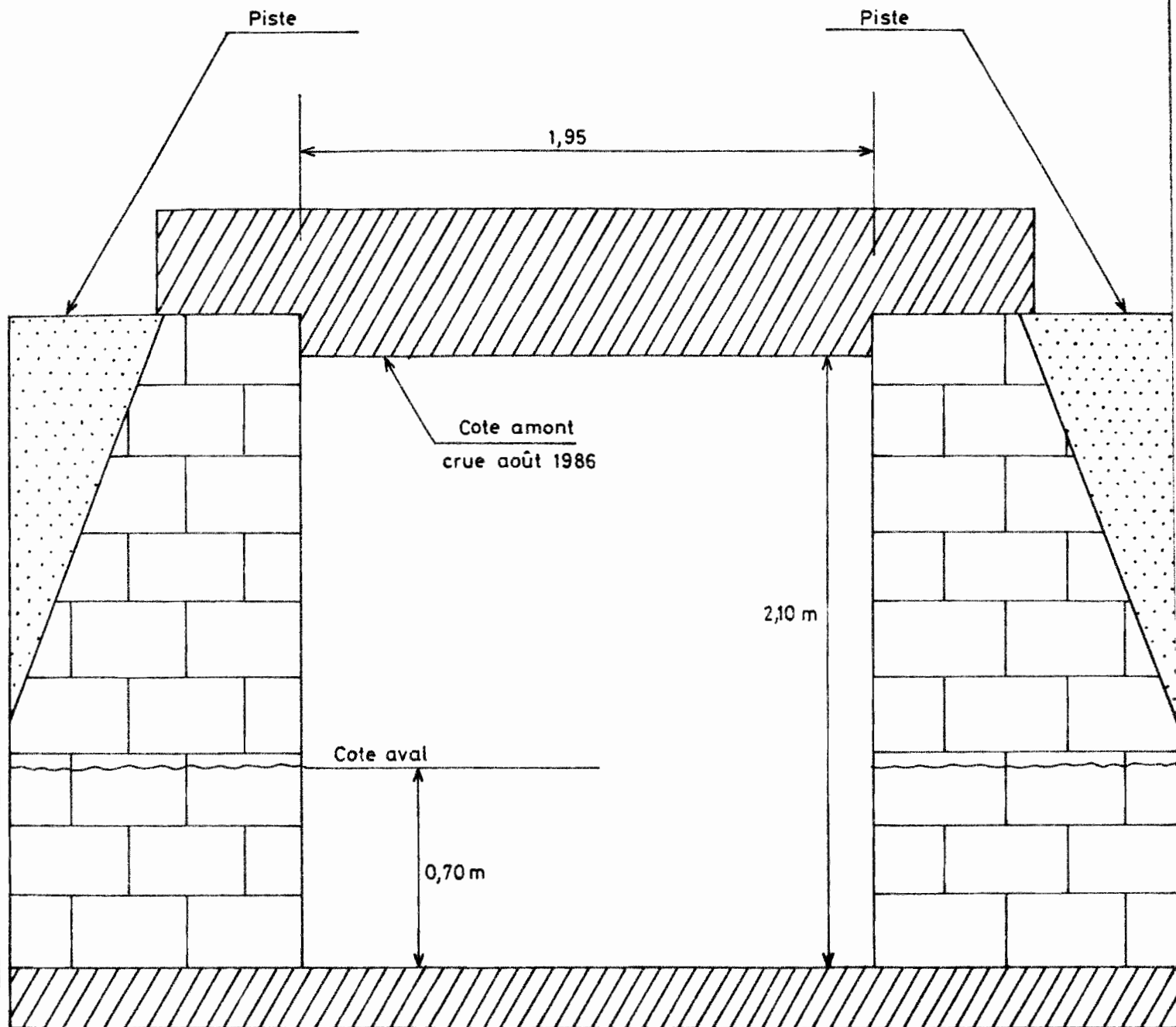


Figure n° 19 - COUPE TRANSVERSALE DU PONT FRANCHISSANT
LE COURS D'EAU IRRIGUANT LA PLAINE DE
LOMAGARA Le 12/04/1987

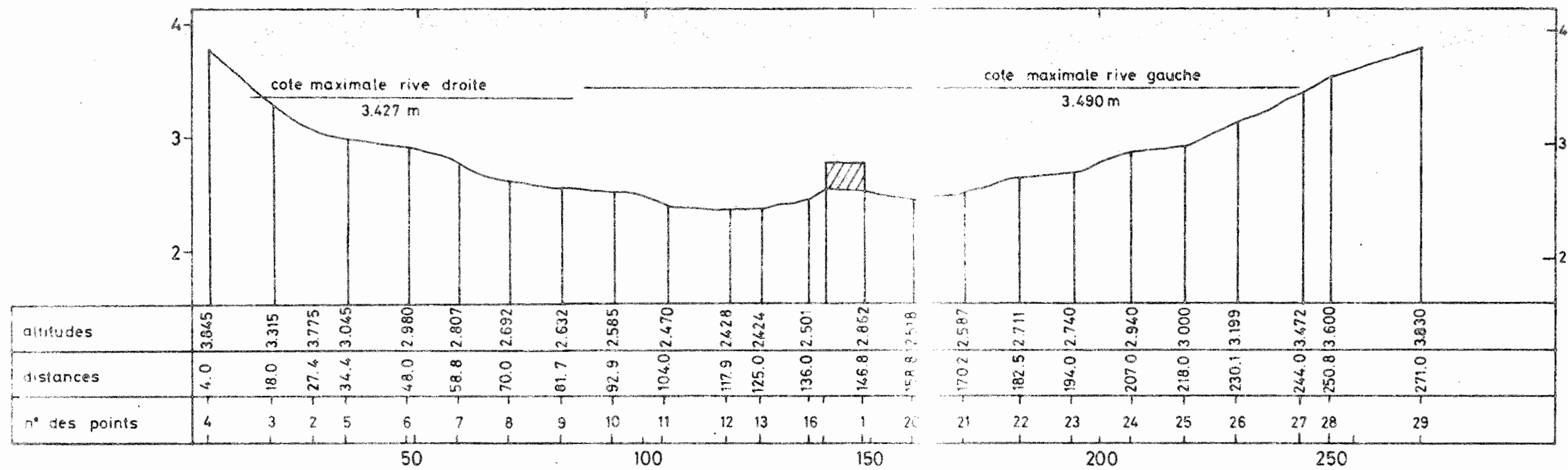
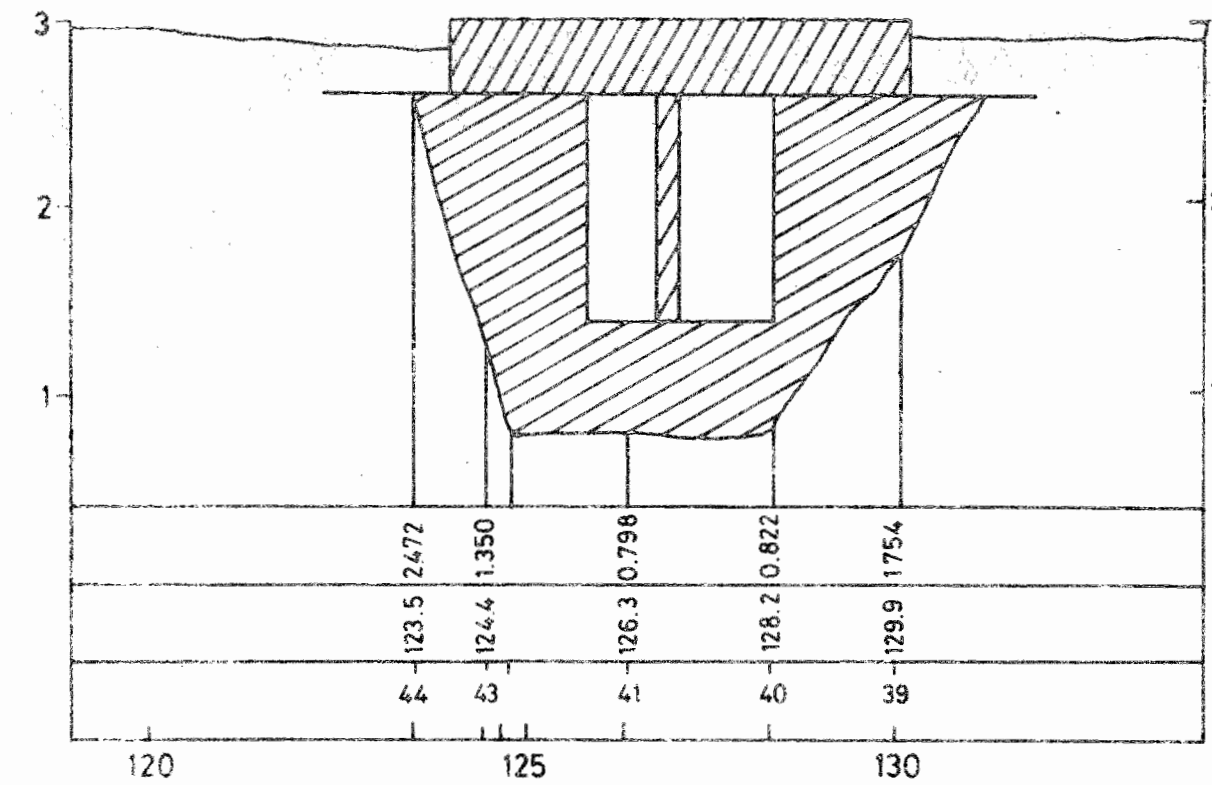


Figure n° 21 PROFIL EN TRAVERS DE L'AFFLUENT RIVE GAUCHE DE LA KONBIAGA LE 13/04/1987



PROFIL EN TRAVERS DU PONT

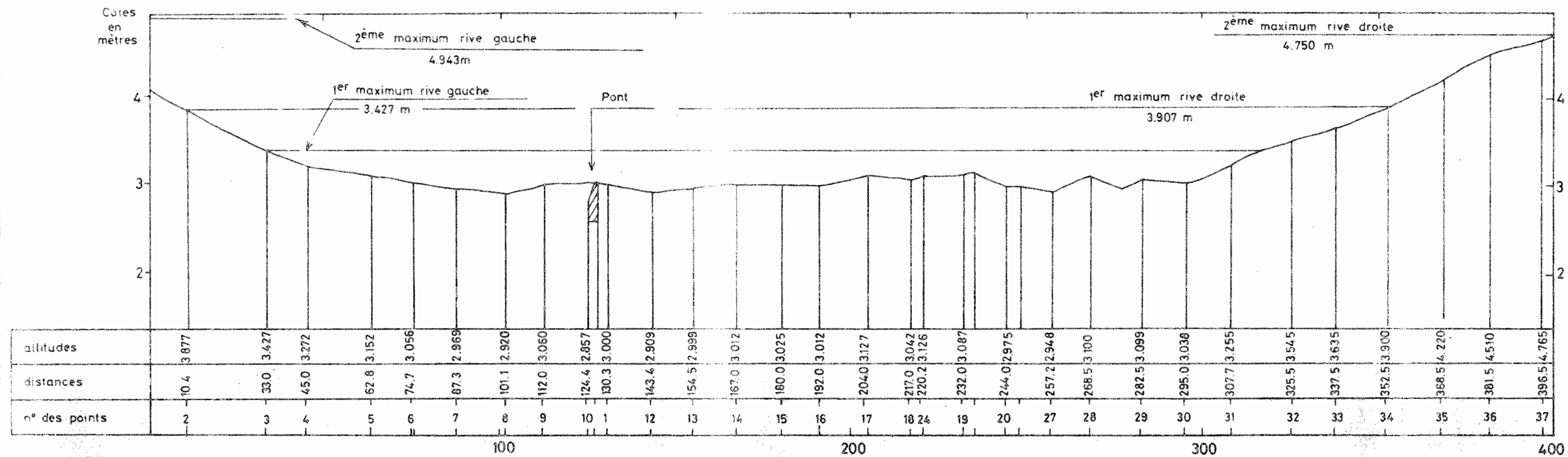
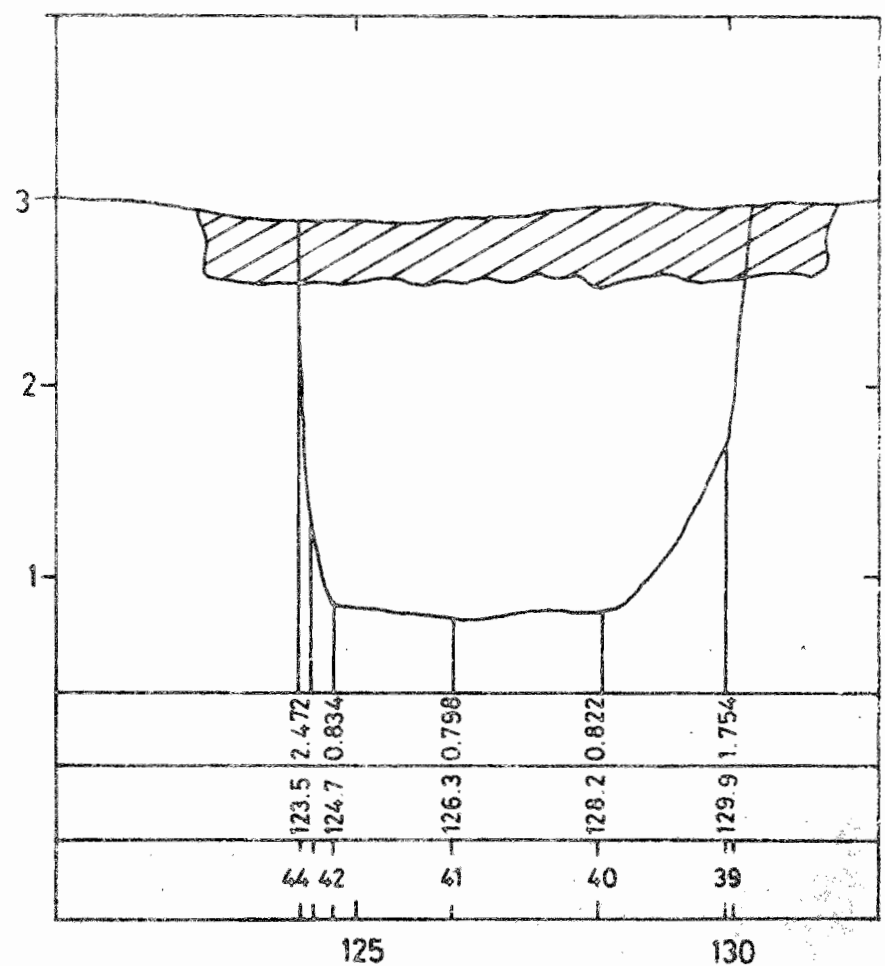


Figure N° 20 PROFIL EN TRAVERS DE LA KONBIAGA A NERFONDOUGOU LE 13/04/1987



PROFIL EN TRAVERS DU PONT

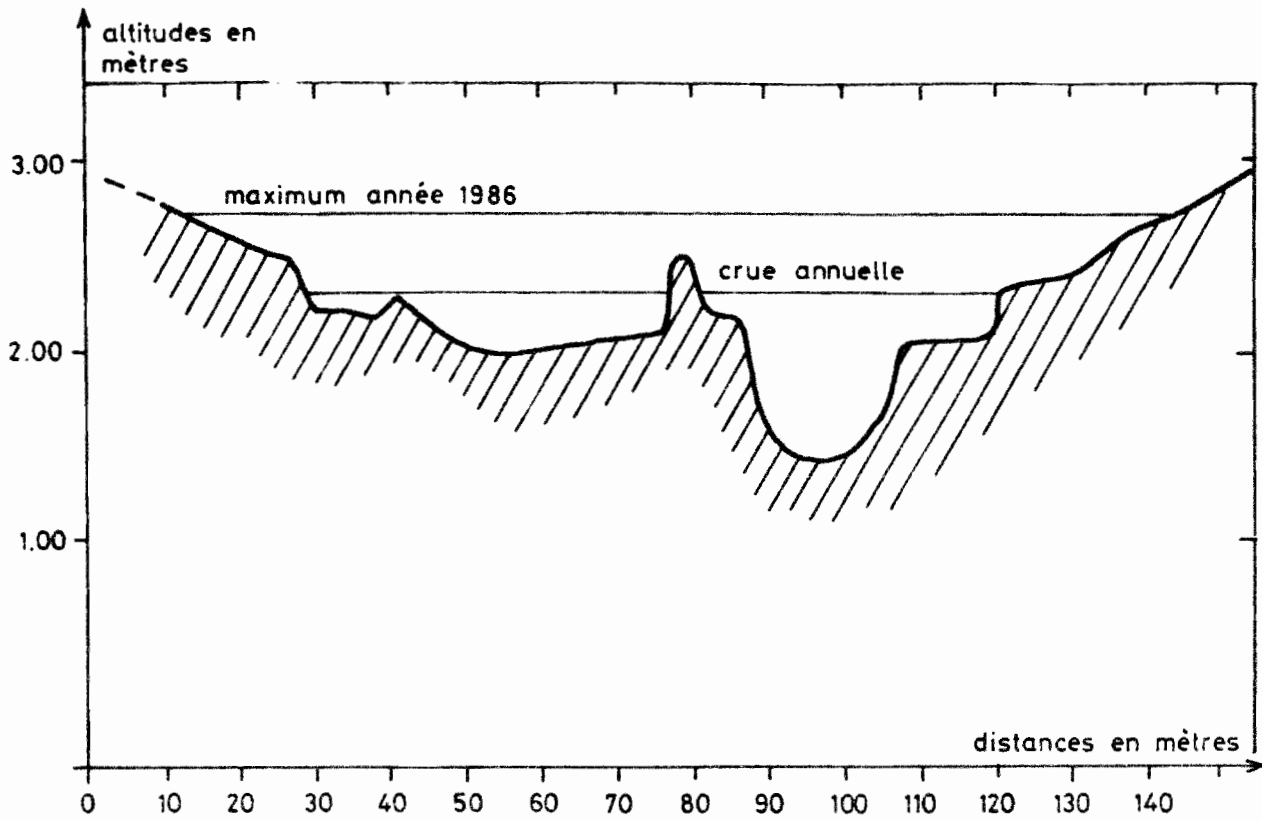


Figure n° 22 PROFIL EN TRAVERS DU KÔ DENI

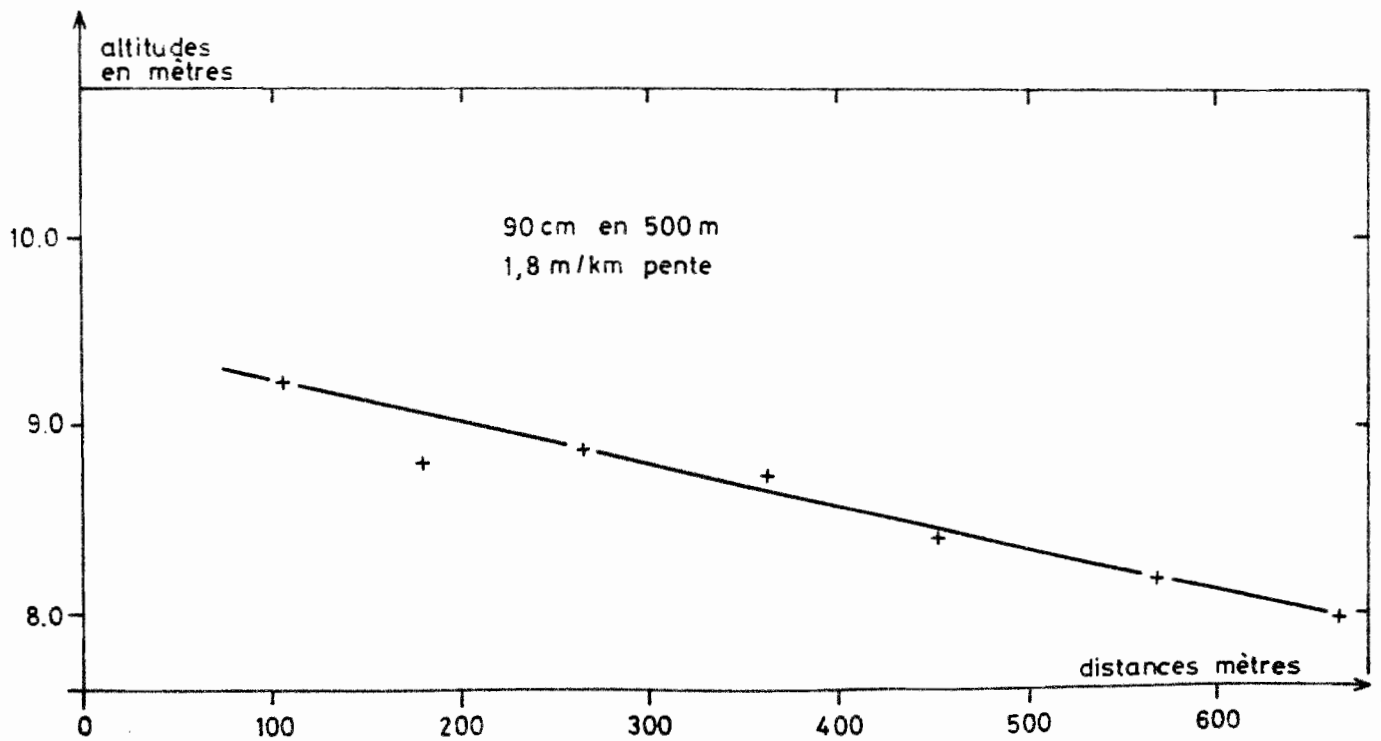


Figure n° 23 PROFIL EN LONG DU KÔ DENI

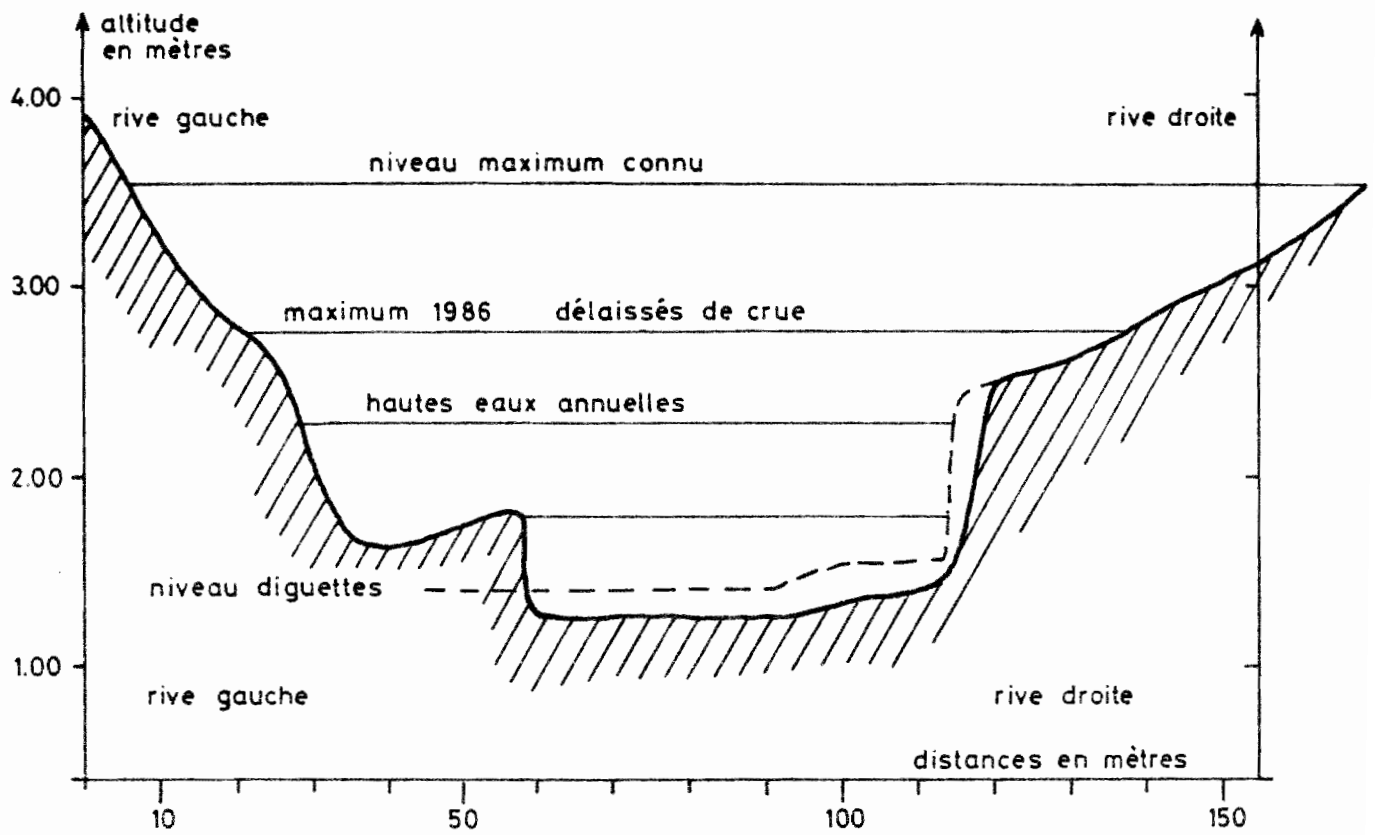


Figure n° 24 PROFIL EN TRAVERS DU KÔ BA

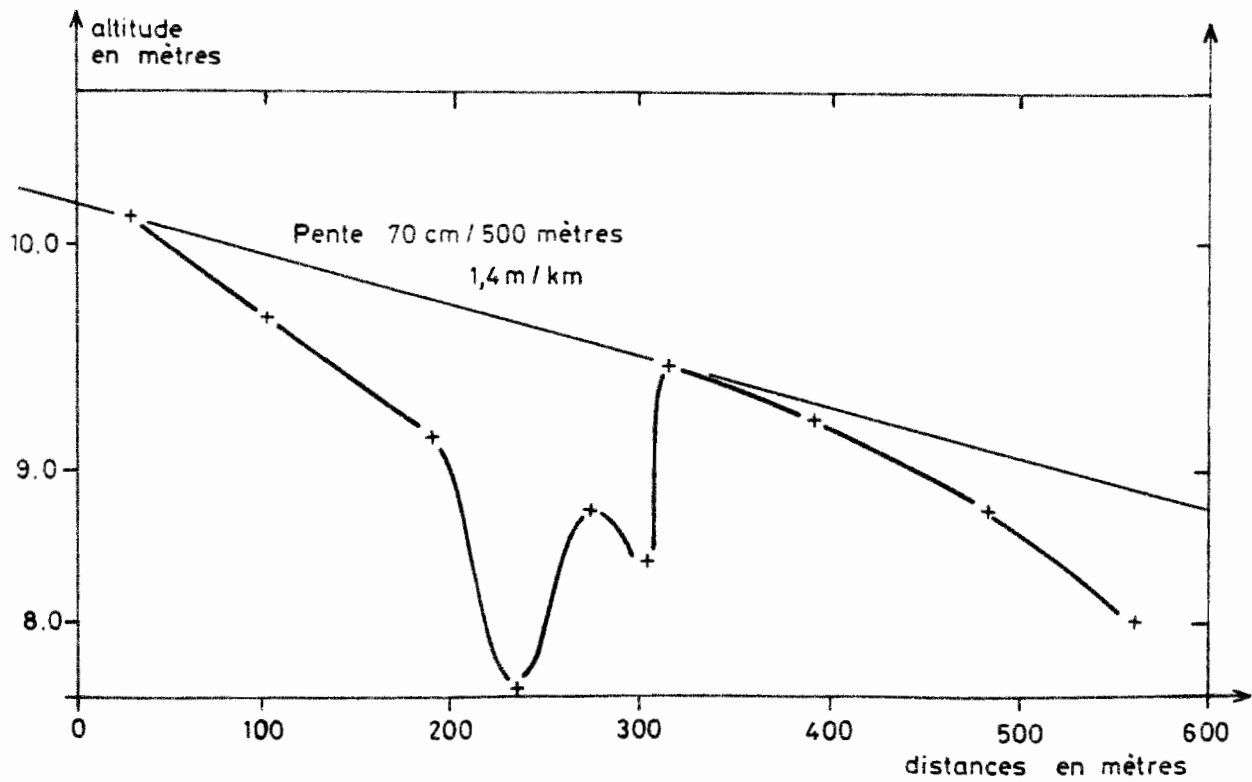


Figure n° 25 PROFIL EN LONG DU KÔ BA

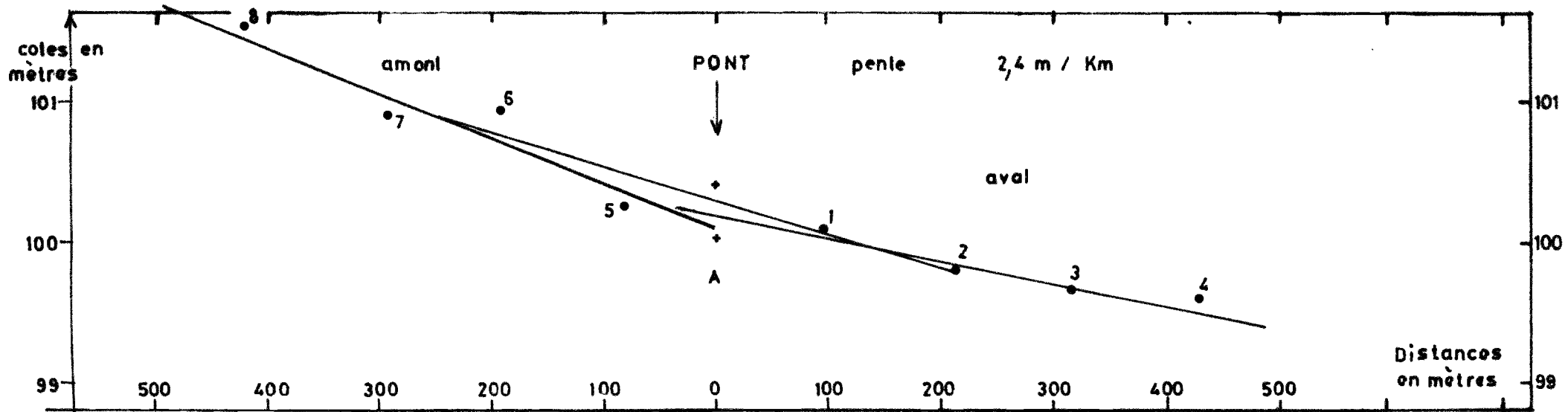


Fig. n° 26 PROFIL EN LONG DE LA BRANCHE NORD DU SAKARIALOU

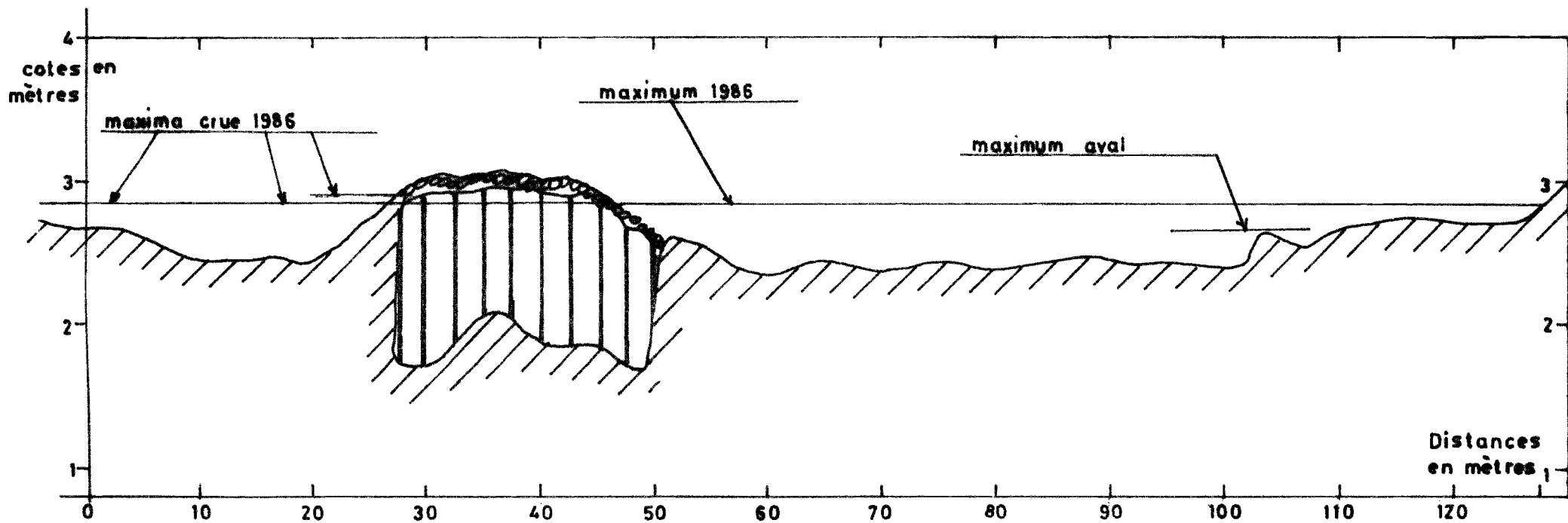


Fig. n° 27 PROFIL EN TRAVERS DE LA BRANCHE NORD DU SAKARIALOU

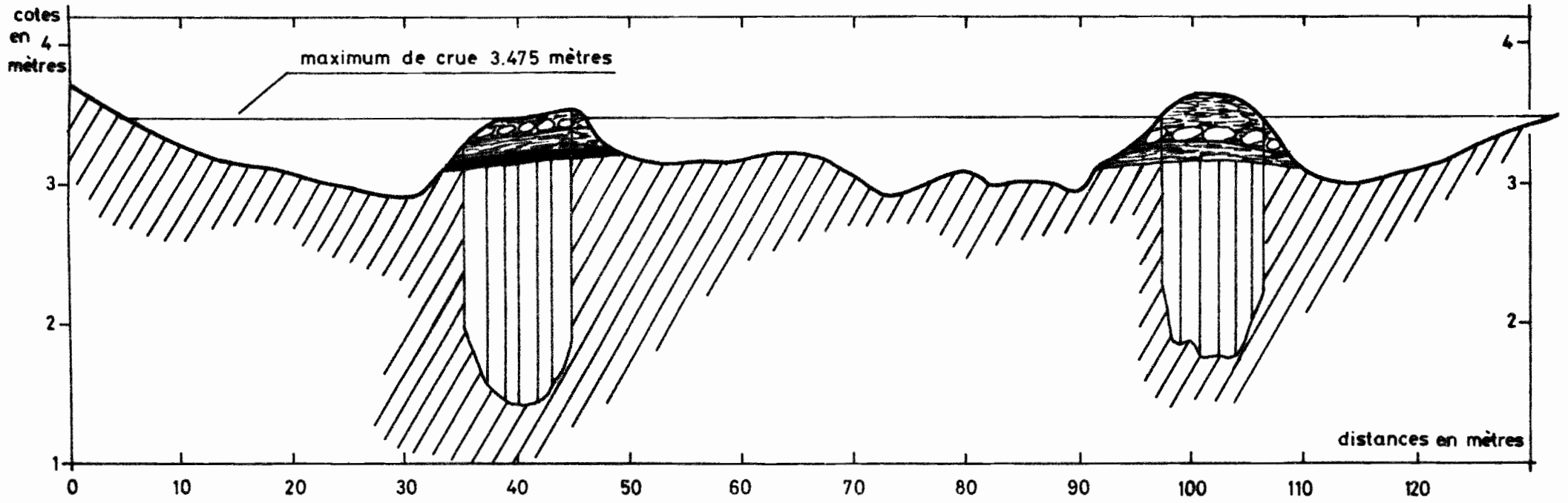


Figure n° 28 - PROFIL EN TRAVERS - PONT SAKARIALOU BRANCHE SUD - le 11/04/1987