

INSTITUT FRANÇAIS DE RECHERCHE SCIENTIFIQUE
POUR LE DEVELOPPEMENT EN COOPERATION
ORSTOM

Programme Hyperbay

BASSIN VERSANT REPRESENTATIF DE BOORO BOROTOU :
CARACTERISTIQUES PHYSIQUES ET
EQUIPEMENT HYDROPLUVIOMETRIQUE

Pierre CHEVALLIER
Jacky ETIENNE
Jean-Louis JANEAU
Jean-Marc LAPETITE
André MAHIEUX

Mai 1985

CENTRE ORSTOM D'ADIPODOUMÉ - B.P. V 51 - ABIDJAN
CÔTE D'IVOIRE

SOMMAIRE

INTRODUCTION

1. CARACTÉRISTIQUES PHYSIQUES

1.1. Situation géographique

1.2. Topographie

1.3. Caractéristiques physiques

2. EQUIPEMENT PLUVIOMÉTRIQUE

3. EQUIPEMENT HYDROMÉTRIQUE

4. EQUIPEMENT PIÉZOMÉTRIQUE

Hors texte : carte au 1/2500 topographique et d'équipement.

INTRODUCTION

Le Programme HYdro-PEDologique de Recherche sur Bassin Versant (HYPERBAV) est né en 1982 de la volonté d'une équipe de jeunes chercheurs et techniciens désireux de réaliser une étude multidisciplinaire dont les thèmes soient complémentaires dans une unité de lieu, de temps et d'action.

Le choix difficile du bassin versant de Booro Borotou après presque une année de recherches dans la moitié nord de la Côte d'Ivoire correspond à un compromis des souhaits de chacun des participants et, après les premières explorations, paraît bien adapté aux problèmes que l'on souhaitait étudier.

Les installations du matériel de mesure sur le terrain ont commencé dès le début de l'année 1984 avec dans un premier temps la mise en route de la station climatologique (CHEVALLIER, LAPETITE, MAHIEUX - 1985) et dans un deuxième temps l'équipement hydropluviométrique du bassin pour pouvoir suivre les averses et les écoulements dès la saison des pluies de 1984.

Après quelques mois d'observations, les inévitables défauts de jeunesse de ce dispositif ont nécessité quelques modifications. Parallèlement les travaux de cartographie pédologique ont bien avancés ; les mesures des flux hydriques en site n'interviendront qu'à partir de mai 1985.

Au seuil de la deuxième campagne de saison des pluies pour la mesure des données hydropluviométriques, il nous a paru souhaitable de faire le point sur les caractéristiques physiques (au sens hydrologique classique) du bassin et sur le dispositif de mesure pluviométrique, hydrométrique et piézométrique.

On ne trouvera donc pas dans ce rapport d'indications sur la géologie, les sols ou la végétation du bassin, thèmes développés par d'autres participants de l'équipe Hyperbav et dont la synthèse n'est pas encore envisageable au stade actuel des travaux.

Les résultats des campagnes annuelles de mesures hydropluviométriques feront l'objet de rapports individuels comme pour les données climatiques. Un certain retard, dû aux délais de mise en place des logiciels de traitement des données, est à prévoir pour la sortie du rapport de première campagne (1984).

1. CARACTÉRISTIQUES PHYSIQUES

1.1. Situation géographique

Le bassin versant représentatif de Booro Borotou se place dans le nord-ouest de la Côte d'Ivoire (carte de situation - fig. n°1 et 2) à 25 km au nord de la ville de Touba. Ses coordonnées géographiques sont :

Latitude : 8° 28' N

Longitude : 7° 35' W

Altitudes : 425-475 m (niv. gén. de l'Afrique Occ.)

L'accès est facile par la route goudronnée A7 qui relie Daloa à Odienné et passe à proximité immédiate du village de Booro Borotou. La distance depuis Abidjan est de 730 km.

Le marigot qui draine le bassin est un affluent de la Séné qui rejoint la FéréDougouba (ou Bagbé), principal tributaire nord-ouest du fleuve Sassandra.

Un campement a été installé au village de Booro Borotou, ainsi qu'une case au centre du bassin, pour les équipes qui opèrent sur le terrain. La population du village rattaché à l'éthnie Maou du groupe Malinké (de confession musulmane) est d'environ 300 habitants ; l'activité est exclusivement agricole. Le village possède une école et est équipé d'un bon forage d'eau potable.

FIG.1 - CÔTE D'IVOIRE : SITUATION DU BASSIN VERSANT
REPRESENTATIF DE BOORO - BOROTOU

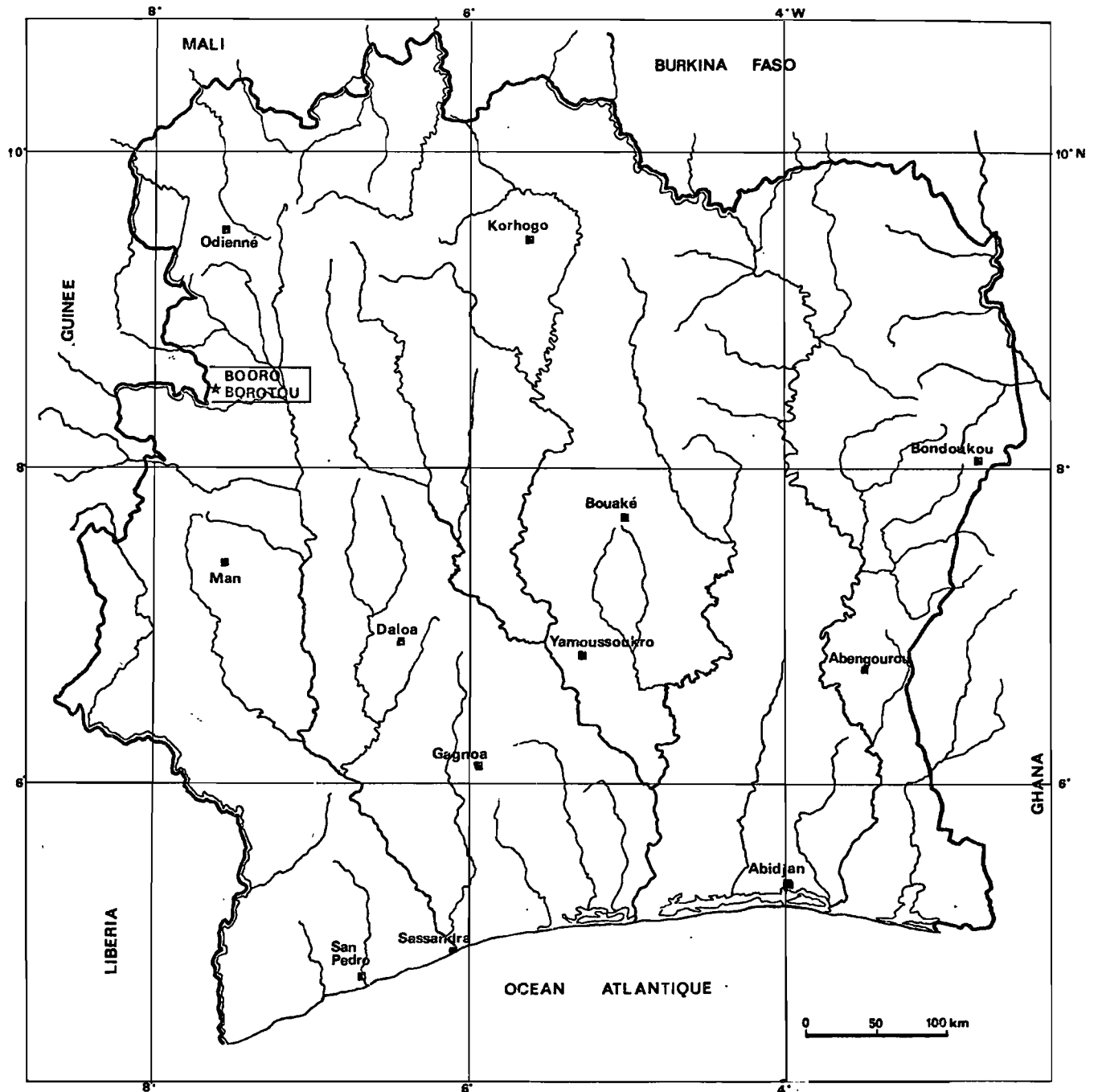
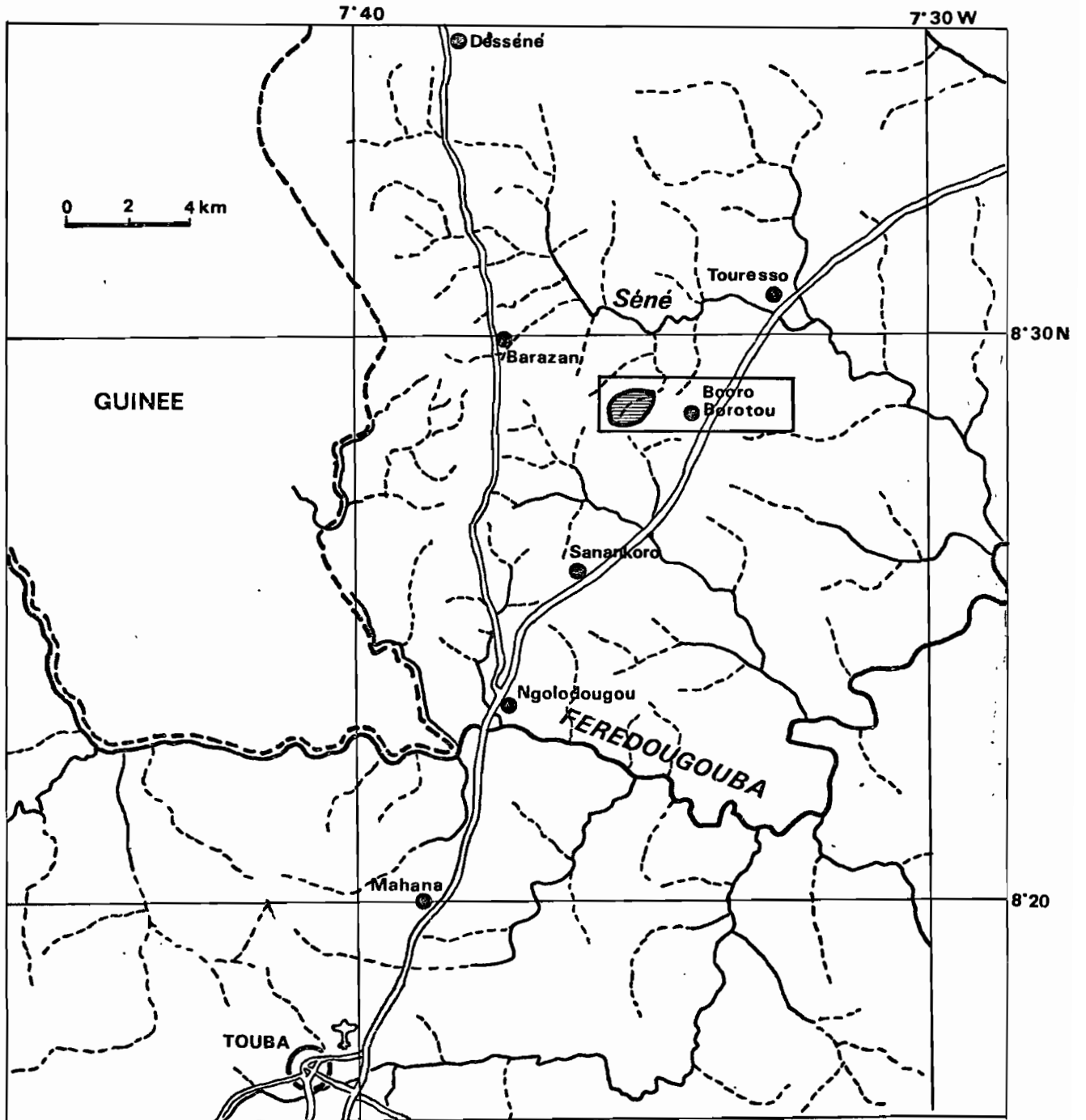


FIG. 2 - REGION DE TOUBA



1.2. Topographie

Pour les besoins communs de l'ensemble de l'équipe Hyperbav, un levé topographique précis du bassin versant a semblé indispensable. L'échelle du 1/2500 a été adoptée pour toutes les représentations cartographiques précises réalisées à Booro Boroutou comme convenant à la précision des levés de terrain.

Un système de quadrillage par des layons repérés a été mis en place à partir d'un point appelé A_0 situé à proximité de l'exutoire du bassin. Un premier réseau de layons parallèles équidistants de 100 m et de direction $31,5^\circ/211,5^\circ$ par rapport au nord géographique a été découpé. Ils sont numérotés par les nombres pairs de 0 à 22 vers l'ouest et par les nombres impairs de 1 à 7 vers l'est. Un second réseau perpendiculaire au premier (direction $121,5^\circ/301,5^\circ$) recoupe ces layons en mailles carrées d'un hectare. Ils sont numérotés de A à Q en allant vers le sud.

Chacune des intersections de layons est matérialisée par un piquet mentionnant les caractéristiques du croisement. Des bornes bétonnées munies d'un boulon repère ont été implantées aux points A_0 , G_0 , M_0 , A_{12} , G_{12} et M_{12} .

Tous ces points caractéristiques ont été rattachés au nivellement général de l'Afrique de l'Ouest dont une borne de référence se trouve à environ 1200 m au sud du village de Booro Borotou.

Borne de référence : 458,369 m

Borne du campement : 455,054 m

Borne de la case du bassin amont : 442,546 m

Bornes	A_0 : 428,286 m	A_{12} : 446,718 m
	G_0 : 445,821 m	G_{12} : 450,407 m
	M_0 : 460,186 m	M_{12} : 457,758 m

Le nivellement des layons (intersections et points intermédiaires) a permis d'établir une première carte topographique. Cette carte a été ensuite reprise d'une part à partir d'une reconnaissance aérienne effectuée par FRITSCH et MAHIEUX en juillet 1984, et d'autre part à l'aide d'observations plus précises pour la cartographie pédologique. Cela a permis de préciser le tracé des courbes de niveau dans la zone du *cinque* amont, des ravines et des plateaux cuirassés. La synthèse de ces relevés a donné la carte topographique au 1/2500 présentée hors-texte. Des modifications de détails peuvent évidemment intervenir ultérieurement.

Cette carte topographique sert de base pour l'évaluation des caractéristiques physiques du bassin versant représentatif.

1.3. Caractéristiques physiques

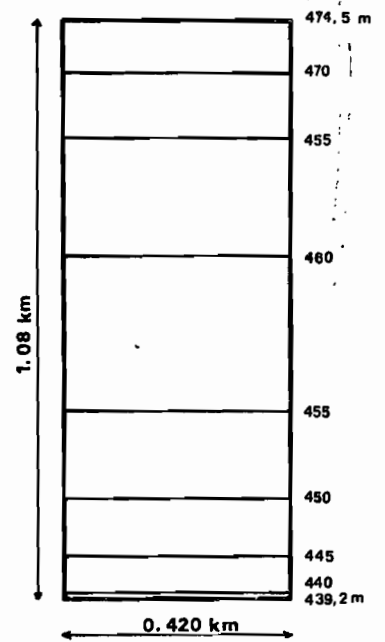
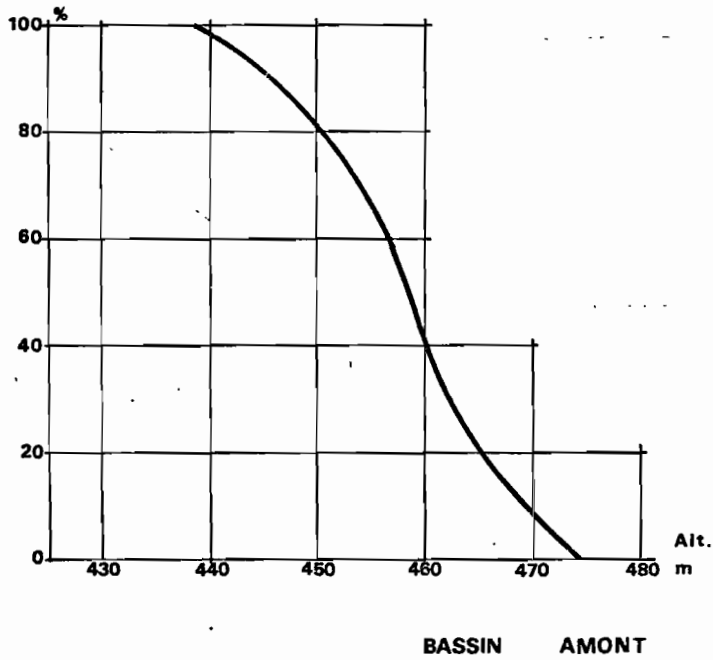
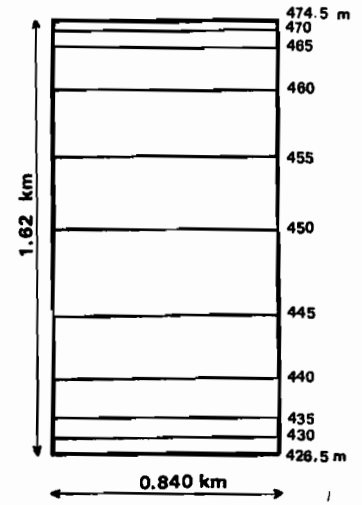
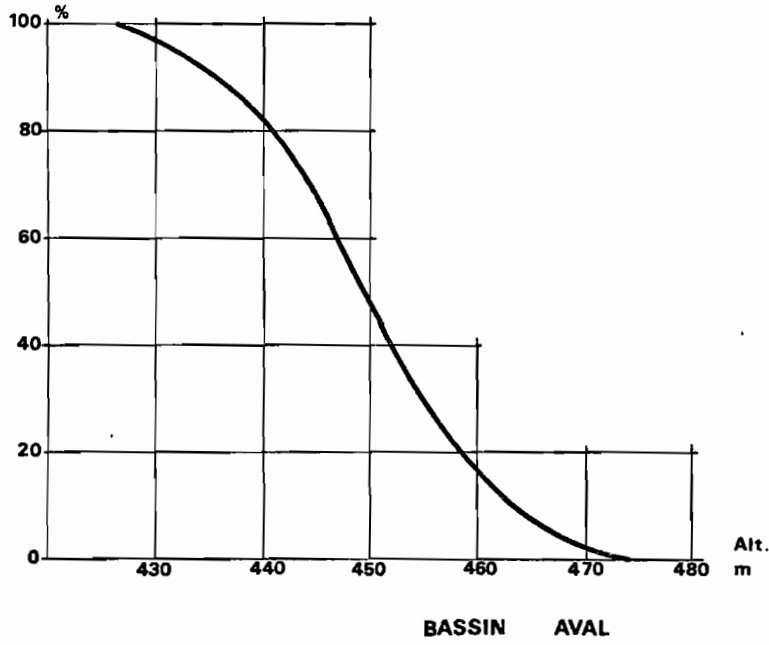
Les caractéristiques physiques du bassin versant représentatif de Booro Borotou et de son sous-bassin amont sont rassemblées dans le tableau n°1 avec les définitions de DUBREUIL et al. (1972).

Tableau n°1

Nom	bassin aval	bassin amont
code informatique	1092599171	1092599172
surface (km ²)	1,36	0,455
périmètre (km)	4,92	3,00
indice de compacité	1,18	1,25
longueur du rectangle équ. (km)	1,62	1,08
altitude maximale (m)	474,5	474,5
altitude exutoire (m)	426,5	439,2
indice global de pente (m/km)	22,2	26,6
indice de pente de ROCHE	0,180	0,179

La figure n°3 présente les courbes hypsométriques et les rectangles équivalents des deux bassins.

FIG. 3 - COURBES HYSOMETRIQUES ET RECTANGLES EQUIVALENTS



2. EQUIPEMENT PLUVIOMETRIQUE

15 appareils de mesure de la pluviométrie ont été installés sur le bassin de Booro Borotou :

- 2 pluviographes (Précis-Mécanique - augets basculeurs - tambour à rotation en 26 heures - bague de 400 cm² à 1 m au dessus du sol) ;
- 10 pluviomètres (type "Association - bague de 400 cm² à 1 m au dessus du sol) ;
- 3 pluviomètres Snowdon modifié ORSTOM (grille antirejaillissements - bague de 400 cm² au niveau du sol).

Les 2 pluviographes (numérotés 11 et 12) et 9 pluviomètres (numérotés 21 à 29) ont été répartis sur la surface du bassin et sont rentrés en service le 17 avril 1984. Un pluviomètre supplémentaire (numéro 40) a été rajouté le 30 août 1984. Le tableau n°2 donne les coordonnées géographiques de ces postes et le tableau n°3 les coefficients de Thiessen pour les deux bassins.

Tableau n°2

poste	latitude	longitude	altitude
11	8°28'30"N	7°35'22"W	460 m
12	8°28'42"N	7°34'58"W	436 m
21	8°28'21"N	7°35'19"W	463 m
22	8°28'20"N	7°35'04"W	459 m
23	8°28'30"N	7°35'11"W	448 m
24	8°28'46"N	7°35'17"W	457 m
25	8°28'27"N	7°34'49"W	461 m
26	8°28'43"N	7°35'07"W	448 m
27	8°28'54"N	7°35'09"W	450 m
28	8°28'43"N	7°34'44"W	441 m
29	8°28'57"N	7°34'53"W	443 m
40	8°28'53"N	8°34'41"W	425 m

FIG. 4 - EQUIPEMENT PLUVIOMETRIQUE ET POLYGONES DE THIESSEN

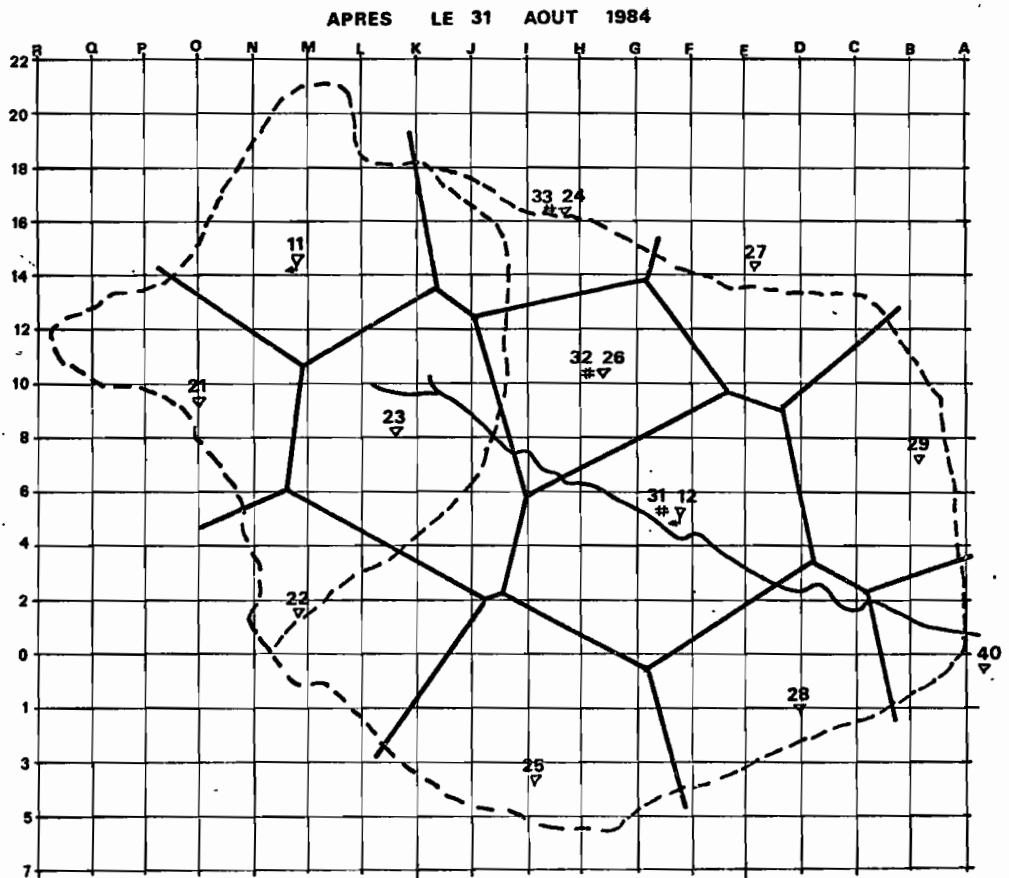
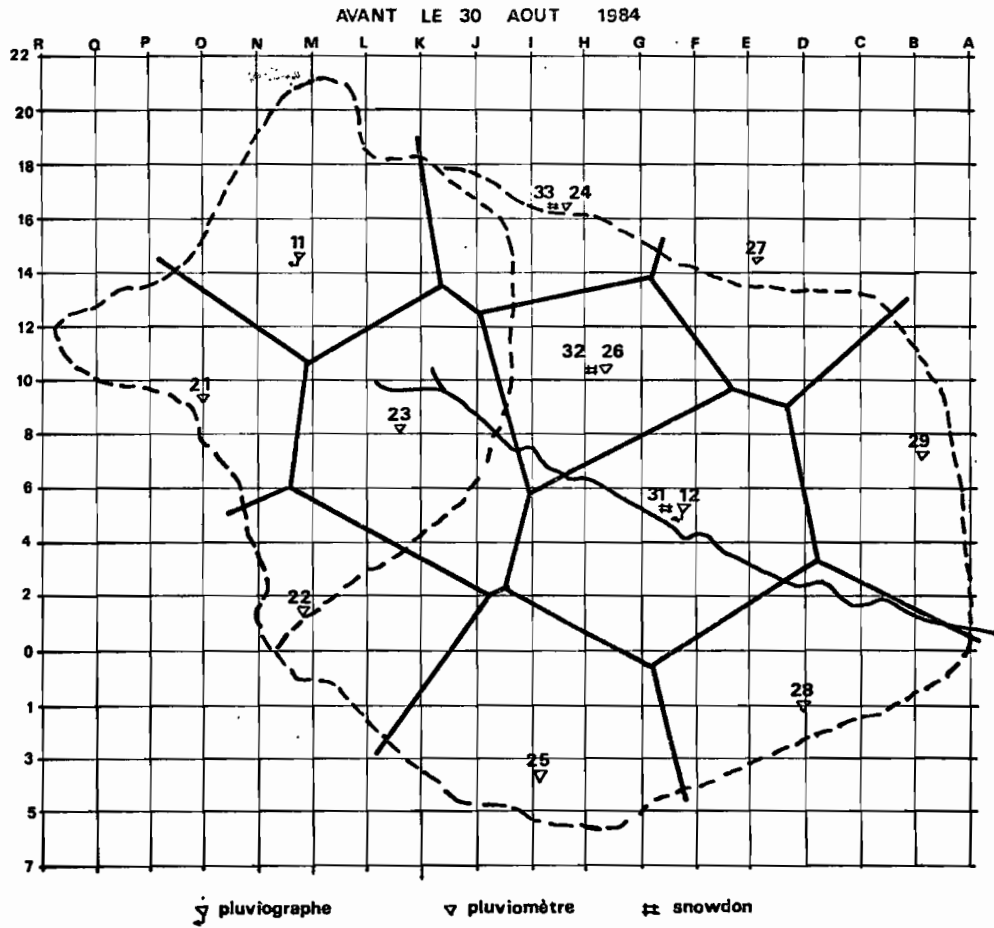


Tableau n°3 : coefficients de Thiessen

postes	11	12	21	22	23	24	25	26	27	28	29	40
--------	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----

bassin aval :

→30.08.84	.112	.135	.071	.083	.120	.050	.114	.078	.047	.097	.093	-
31.08.84→	.112	.135	.071	.083	.120	.050	.114	.078	.047	.084	.084	.022

bassin amont :

19.03.85→	.337	-	.213	.096	.287	.013	-	.054	-	-	-	-
-----------	------	---	------	------	------	------	---	------	---	---	---	---

Des écarts significatifs ayant été décelés entre la pluie mesurée selon les normes à 1 m au dessus du sol et la pluie réellement interceptée par le sol, trois pluviomètres Snowdon (numérotés 31 à 33) ont été installés en association avec les postes 12, 26 et 24. Comme, outre la hauteur de précipitation, il semble que ce soit le vent qui influence le plus ces écarts, nous avons choisi de répartir ces trois appareils sous trois expositions différentes en haut, milieu et bas de versant.

Les relevés ont débuté sur ces pluviomètres au sol le 1er juin 1984.

3. EQUIPEMENT HYDROMÉTRIQUE

La station de contrôle de l'exutoire du bassin de Booro Borotou (ou station aval) est installée sur un seuil rocheux constitué par un affleurement de granite qui s'étend sur une centaine de mètres. Elle est construite sur le point haut de ce seuil.

Constituée à l'origine d'un canal rectangulaire bétonné de 3,48 m de large, d'un bassin de tranquillisation et d'un déversoir triangulaire, elle est entrée en service le 17 avril 1984. (fig. n°5).

Le radier du canal est à la cote 426,541 m et les coordonnées géographiques de la station sont :

latitude : 8° 28' 53" N

longitude : 7° 34' 43" W

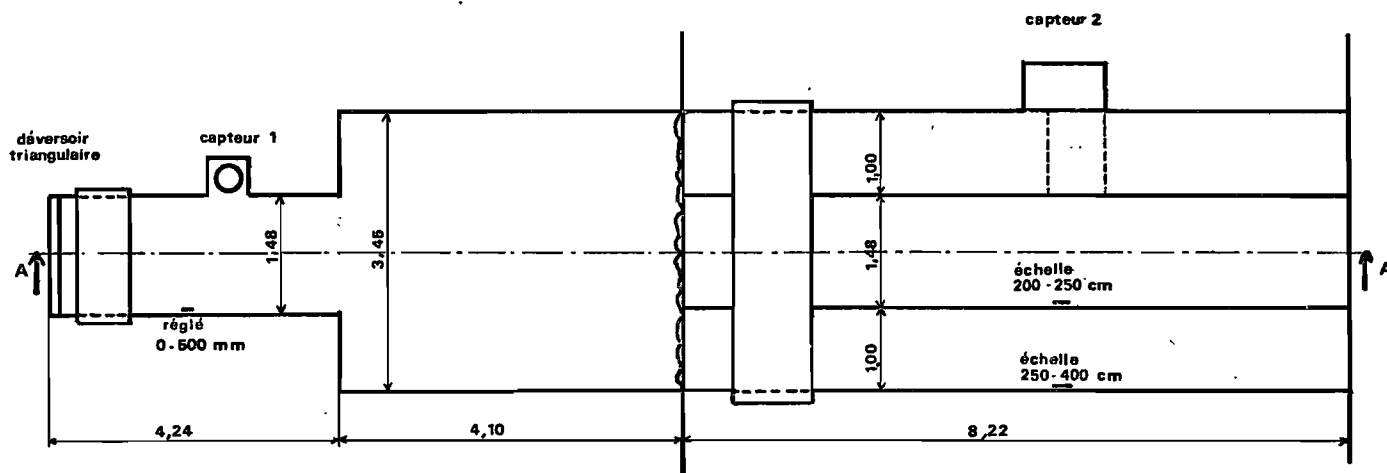
Cette station est équipée de deux capteurs :

- *Le capteur 1* contrôle les hauteurs d'eau au dessus du déversoir triangulaire. Il s'agit d'un limnigraphe OTT X à rotation en 24 heures et de réduction 1/5 qui enregistre les écoulements de base et les faibles crues. L'échelle de référence est constituée par un réglé qui est lu avec la précision du millimètre entre 0 et 500 mm. La cote de débit nul est 140 mm et la cote de débordement du déversoir 540 mm.

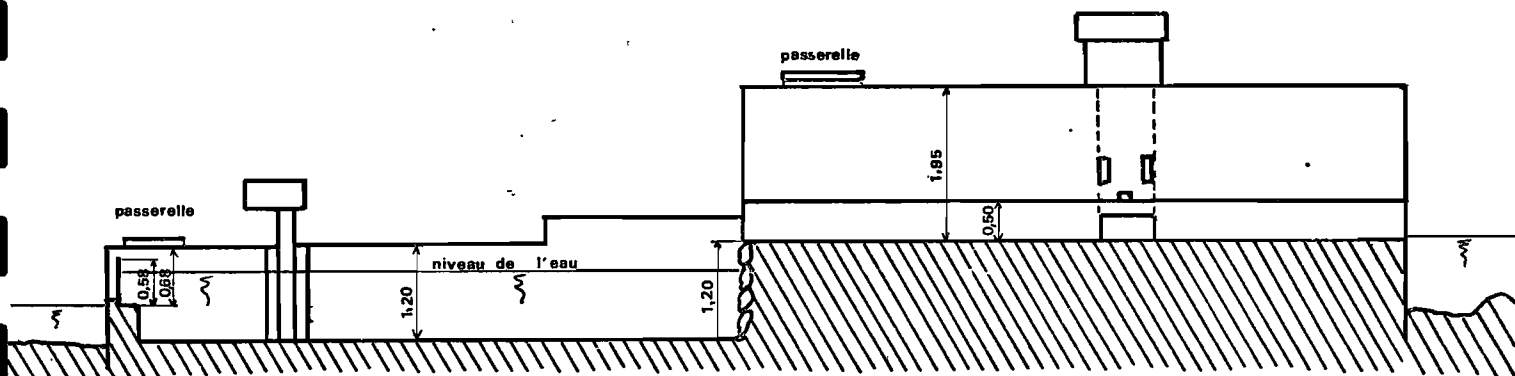
- *Le capteur 2* enregistre les crues moyennes et fortes dans le canal. C'est un limnigraphe OTT X à rotation en 24 heures et réduction 1/10. L'échelle de référence scellée sur le bajoyer de rive gauche est lue avec la précision du cm entre 200 et 400 cm. La cote de débit nul est 200 cm.

FIG.5 - STATION HYDROMETRIQUE AVAL DE BOORO BOROTOU

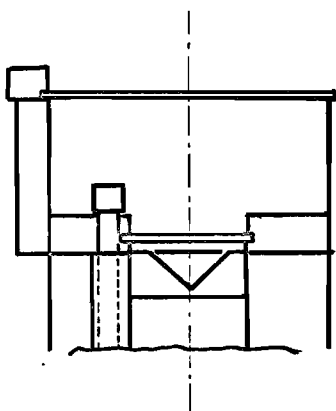
VUE EN PLAN



COUPE AA



VUE DE L'AVANT



A l'arrêt des écoulements de la saison 1984-85 (février 1985) et à la lumière des enregistrements de la première campagne de mesures, des modifications ont été entreprises.

D'une part, les deux limnigraphes ont été équipés d'engrenages à rattrapage de jeu pour améliorer la précision en temps des enregistrements ; le capteur 2 est passé en réduction 1/5.

D'autre part le profil du canal, trop large pour enregistrer les crues moyennes et assurer la continuité de la qualité des mesures au déversoir triangulaire, a été réaménagé. Deux *trottoirs* de 1 m de large et de 50 cm de haut ont été construits pour concentrer les crues de moyennes eaux. L'échelle de référence a été déplacée sans modification par rapport au radier.

Trois solutions sont utilisées pour les mesures de débits :

- par capacité à la sortie du déversoir triangulaire (débits inférieurs à 10 l/s) ;
- à la perche sur une petite passerelle installée dans le lit du marigot une dizaine de mètres à l'aval du déversoir (débits inférieurs à 50 l/s) ;
- à la perche soit à partir de la passerelle qui surplombe le canal (protégée par un toit en chaumes à partir de mars 1985), soit directement à pied sur le radier.

La station amont a été installée au cours de la saison sèche 1985 (en l'absence d'écoulement) pour compléter le dispositif de mesure des écoulements à la lumière de certaines observations pédologiques. Elle se place au niveau d'un épais bouchon argileux qui provoque la disparition du bas fond immédiatement à l'aval du *cirque* (carte hors-texte).

Cette station est construite assez légèrement (fig. n°6) : une passerelle posée sur deux culées bétonnées et recouverte d'un toit de chaumes, un limnigraphe OTT X à rotation en 24 heures, réduction de 1/5 et engrenages à rattrapage de jeu, une batterie de deux éléments d'échelle (700 cm à 900 cm).

La cote 700 cm est à 439,169 m. Les coordonnées géographiques de la station sont :

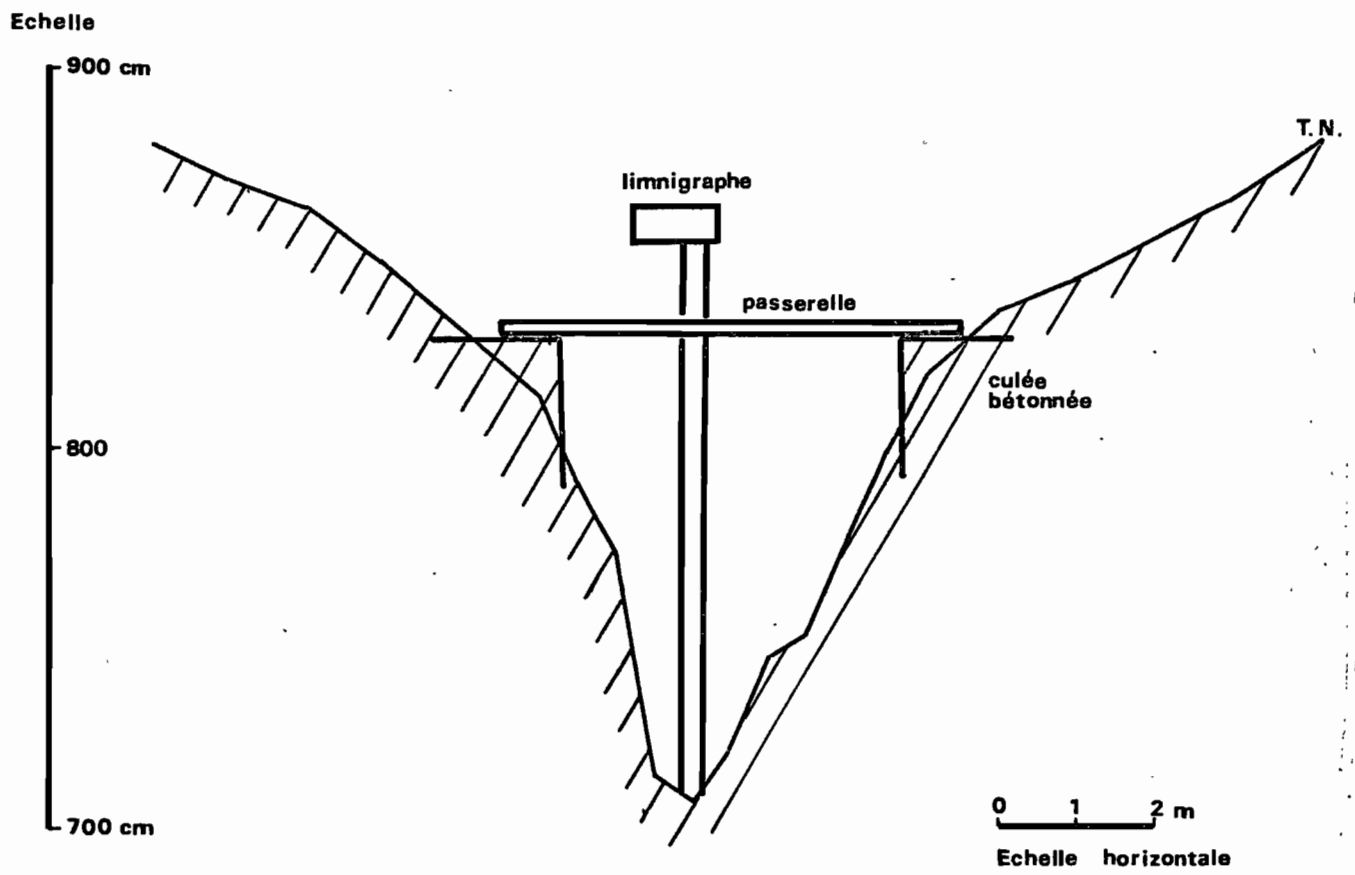
latitude : 8° 28' 35" N

longitude : 7° 35' 07" W

Le lit du marigot a été nettoyé, mais aussi peu modifié que possible. En particulier, le système racinaire des arbres qui bordent les rives a été consciencieusement protégé pour éviter au maximum les affouillements consécutifs à l'apparition ou à la disparition de *points durs*.

Une case a été construite à proximité pour abriter l'hydrologue de *garde*.

FIG. 6 - STATION HYDROMETRIQUE AMONT
DE BOORO BOROTOU



4. EQUIPEMENT PIÉZOMÉTRIQUE

Pour l'étude de l'hydrodynamique interne à l'échelle du bassin versant en relation avec les pédologies, un suivi des nappes souterraines est nécessaire. De plus dans l'optique d'une modélisation du type "modèle couplé" (GIRARD, LEDOUX, VILLENEUVE - 1981) des données de référence sur le niveau piézométrique sont indispensables.

N'ayant que des idées très sommaires sur le modelé du substrat géologique, le choix de l'emplacement des piézomètres s'est opéré de façon simple : d'une part dans le lit majeur du marigot principal et d'autre part en remontant le plus haut possible sur la base des ravines qui drainent les versants dans le *cirque* et en rive droite (fig. n°7 et carte hors-texte).

15 piézomètres (numérotés 1 à 13, 15 et 16) ont été mis en place manuellement (tarière) entre le 14 et le 18 avril 1985. Ils sont tous constitués de tubes en PVC de 75 mm de diamètre et obéissent aux caractéristiques du tableau n°4.

Ils sont relevés tous les cinq jours avec la précision du cm.

Ces quinze piézomètres constituent un équipement de base susceptible d'être complété ultérieurement, soit sur les sites d'étude de l'hydrodynamique interne associés à des mesures tensiométriques et d'humidité neutronique, soit après une amélioration de la connaissance géologique du bassin.

FIG. 7 - EQUIPEMENT PIEZOMETRIQUE DE BASE

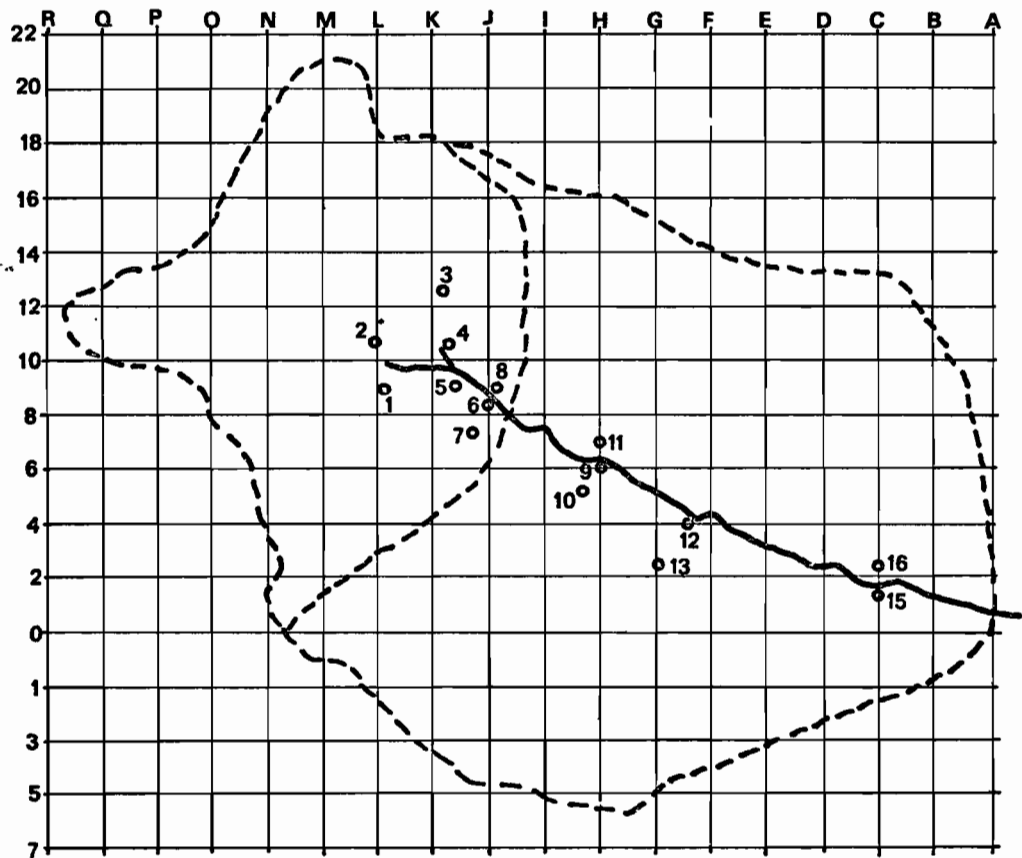


Tableau n°4

N° piézo	prof. appr. du trou (cm)	alt. sommet du tube (m)	haut. tube hors sol (cm)
1	310	442.18	10
2	260	443.31	35
3	205	444.76	31
4	320	443.01	33
5	255	441.81	48
6	260	440.04	35
7	260	441.49	45
8	220	440.16	26
9	280	435.29	11
10	290	437.35	10
11	250	435.86	23
12	305	433.84	41
13	320	438.12	44
15	280	429.60	18
16	200	428.85	26

RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES

CHEVALLIER (P.), LAPETITE (J.M.), MAHIEUX (A.) - 1985
Programme Hyperhav : Observations climatologiques à la station de Booro-Borotou (Côte d'Ivoire) - Année 1984.
ORSTOM, Adiopodoumé, multigr., 36 p., 2 fig.

DUBREUIL (P.L.), CHAPERON (P.), GUISCAFRE (J.), HERBAUD (J.) - 1972

Recueil des données de base des bassins représentatifs et expérimentaux de l'ORSTOM - Années 1951-1969.

ORSTOM, Paris, 916 p.

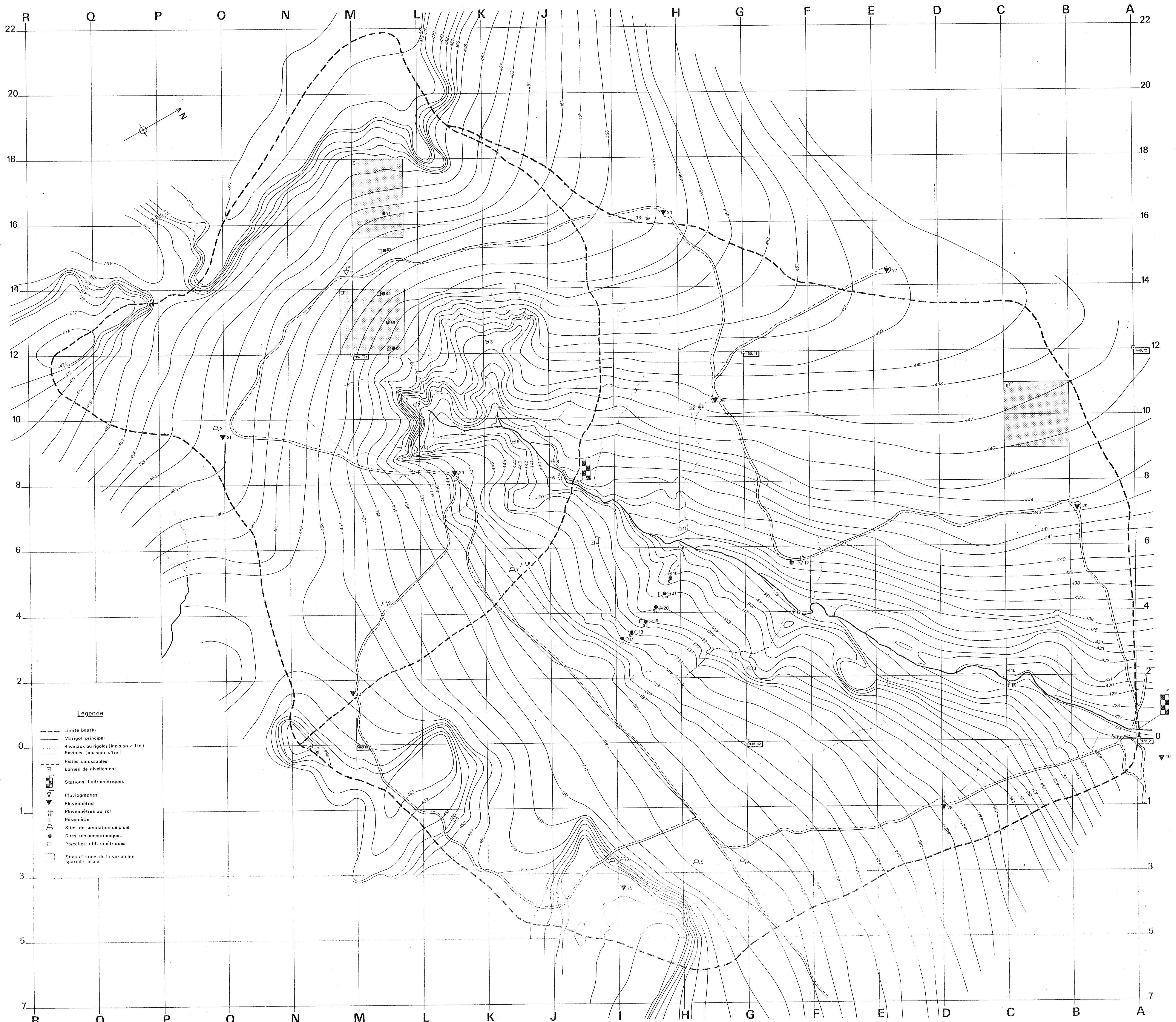
GIRARD (G.), LEDOUX (E.), VILLENEUVE (J.P.) - 1981

Le modèle couplé. Simulation conjointe des écoulements de surface et des écoulements souterrains dans un système hydrologique.

Cah. ORSTOM, sér. Hydrol., n°4-1981.

PROGRAMME HYPERBAV
BASSIN VERSANT DE BOORO - BOROTOU (COTE D'IVOIRE)
CARTE TOPOGRAPHIQUE ET DISPOSITIFS DE MESURE

ECHELLE : 1/2500



Légende

- Limite bassin
- Manigot principal
- Ravins (incision < 1m)
- Ravins (incision > 1m)
- Pistes carrossables
- Bornes de nivellement
- Stations hydrométriques
- ▽ Pluviographes
- ▽ Pluviomètres
- ▽ Pluviomètres au sol
- Piezomètre
- △ Sites de simulation de pluie
- Sites tensionométriques
- Parcelles infiltrométriques
- Sites d'étude de la variabilité spatiale locale