

REPUBLIQUE DES ILES DU CAP-VERT

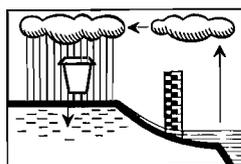
MINISTERE DU DEVELOPPEMENT RURAL

FINANCEMENT F.A.C

CONVENTION n° 12/C/DCT/77/CAV

PROJET n° 79/CD/77/CAV/11

ETUDE DE DEUX PETITS
BASSINS VERSANTS
DE L'ILE DE SÃO NICOLAU



R. GALLAIRE

OFFICE DE LA RECHERCHE SCIENTIFIQUE ET TECHNIQUE OUTRE-MER

CENTRE O.R.S.T.O.M. DE DAKAR



REPUBLIQUE DES ILES DU CAP-VERT

CONVENTION n° 12/C/DCT/77/CAV

MINISTERE DU DEVELOPPEMENT RURAL

Appui en matière de recherche scientifique
aux opérations de développement

Projet n° 79/CD/77/CAV/11

ETUDE DE DEUX PETITS BASSINS VERSANTS
DE L'ILE DE SAO NICOLAU
(République des Iles du CAP-VERT)

Rapport de la Campagne 1978

par

R. GALLAIRE

avec la collaboration de R. CALVEZ et J. LERIQUE.

Mai 1979.

TABLE DES MATIERES

	Pages
PRESENTATION DE L'ETUDE	1
DEROULEMENT DE LA CAMPAGNE	2
INTRODUCTION	3
A - LES CONDITIONS NATURELLES	
1. CARACTERISTIQUES PHYSIQUES	4
2. ETUDE DU RESEAU HYDROGRAPHIQUE	6
3. GEOLOGIE ET SOLS	7
4. LES CARACTERISTIQUES CLIMATIQUES	9
B - LES DONNEES HYDROPLUVIOMETRIQUES DE LA CAMPAGNE	18
1. LA PLUVIOMETRIE	18
2. HYDROMETRIE	21
3. LES TRANSPORTS SOLIDES	27
CONCLUSION	32
BIBLIOGRAPHIE GENERALE	33

Les autorités cap-verdiennes ayant sollicité le concours de la Coopération française dans le domaine du développement rural, à la suite de la mission pluridisciplinaire qui a séjourné aux Iles du CAP-VERT du 25 novembre au 10 décembre 1976 et qui comprenait des représentants du CTFT, de l'IRAT et de l'ORSTOM, le Centre ORSTOM de DAKAR s'est vu confier l'étude hydrologique de deux bassins versants tests sur l'île de SAO NICOLAU.

Cette action intégrée au sein d'une étude "Hydrologie - Forêts - Bassins versants" financée par le Fond d'Aide et de Coopération de la République française avait 3 aspects :

- une étude climatologique fondée sur un réseau pluviométrique et deux stations météorologiques,
- une étude hydrologique fondée sur les observations recueillies à deux stations hydrométriques,
- un contrôle des débits solides.

Deux campagnes ont été prévues successivement au cours des saisons des pluies de 1978 et de 1979.

Ce document étudie les caractéristiques des deux bassins versants et présente les données de la première campagne menée du 15 juin au 7 novembre 1978.

Déroulement de la campagne 1978 :

- du 16 au 23 avril 1978, J. LERIQUE, responsable de la Section hydrologique ORSTOM de DAKAR, a mené une mission de reconnaissance visant à déterminer l'emplacement des stations météorologiques et hydrométriques ainsi que celui des postes pluviométriques complémentaires.
- Du 14 mai au 4 juin 1978, J. CALLEDE, Ingénieur Hydrologue du Bureau Central Hydrologique de PARIS, est allé microficher les données pluviométriques à PRAIA, SAO VICENTE et SAL, en vue de la constitution du fichier en l'état précédant l'élaboration d'un fichier opérationnel.
- Le 22 juin, J. LERIQUE, accompagné de M. ROCHE, Chef du Service Hydrologique de l'ORSTOM, arrêtait définitivement l'emplacement de la Section climatologique principale.
- Le 26 juin, les travaux de la station de contrôle de la RIBEIRA GRANDE démarraient à ESTANCIA BRAS à 70 m à l'aval du radier de la route.
- Le 10 juillet, les travaux de mise en place du limnigraphe de la RIBEIRA BRAVA au pont de VILA étaient commencés.
- Le 21 juillet, l'ensemble des installations hydrométriques était terminé.
- R. CALVEZ mettait alors en place les 2 stations météo et posait les pluviomètres.
- Début août, les observations commençaient.
- A partir du 1er septembre, R. GALLAIRE assurait la continuité de ces observations et formait le personnel local jusqu'au terme de cette première campagne, le 7 novembre 1978.

- I N T R O D U C T I O N -

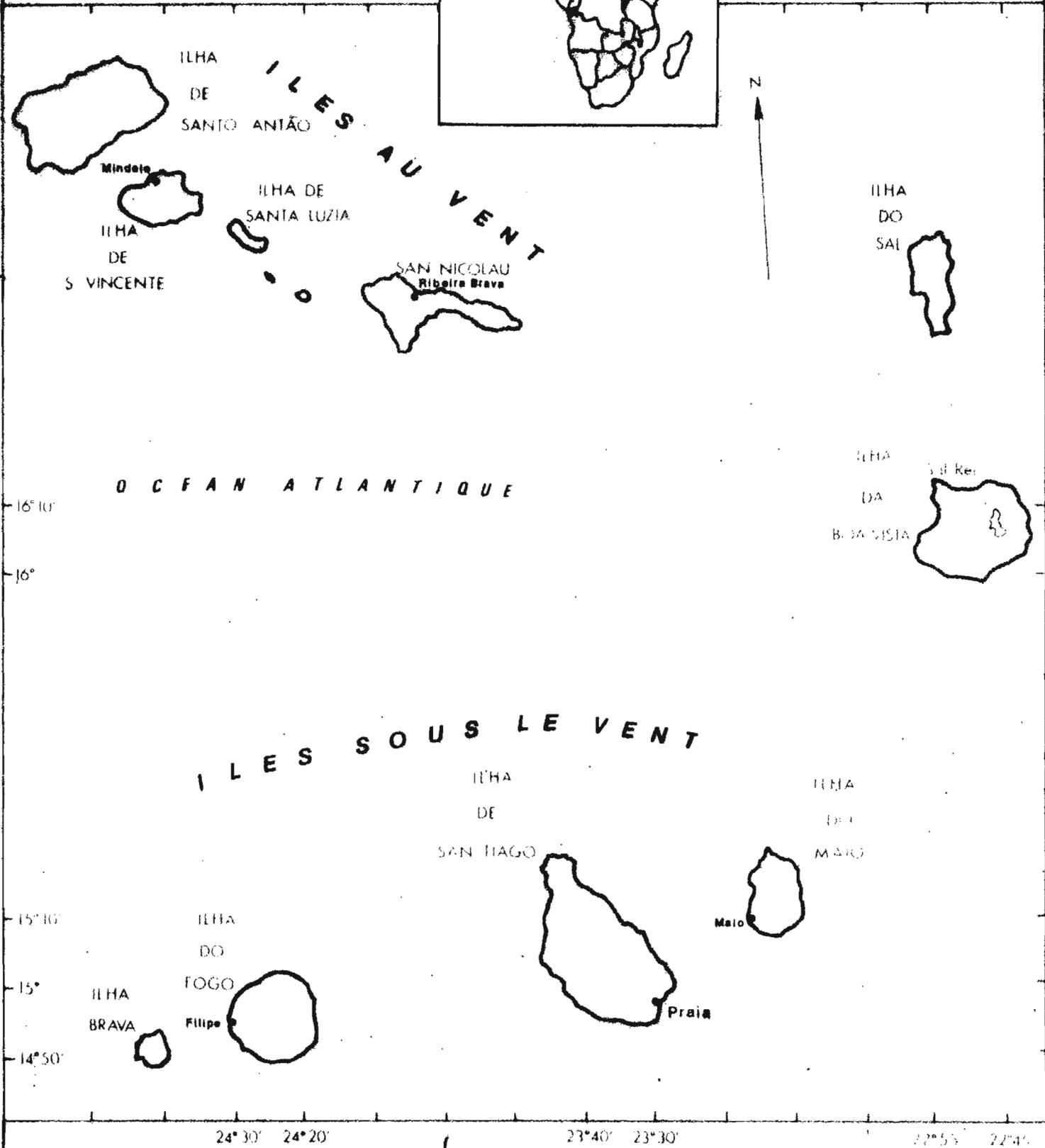
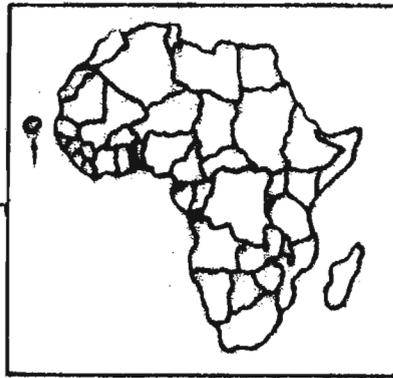
Présentation générale de l'archipel :

- L'archipel des Iles du CAP-VERT comprend dix îles : 6 au vent, 4 sous le vent, situées entre 23 et 25° de longitude W, 15 et 17° de latitude N, qui émergent pour une surface de 4 033 km² (fig. 1) et qui constituent avec MADERE, les AÇORES et les CANARIES le groupe volcanique MACARONESIE.
- Le climat, de type tropical sec, très venté en saison sèche, se caractérise par un régime pluviométrique d'une grande irrégularité, à variations cycliques présentant des caractères torrentiels. La période humide s'étale de juin à novembre, mais c'est de août à octobre que les précipitations sont les plus importantes.
- Ancienne Province Extérieure Portugaise, l'archipel des Iles du CAP-VERT est depuis le 5 juillet 1975 une République indépendante dont la population résidante ne compterait que 400 000 habitants. Mais il y aurait environ 600 000 émigrés répartis essentiellement entre les Etats-Unis, le pourtour de la MEDITERRANEE et les pays du BENELUX.
- La population active est essentiellement (pour les 9/10) du secteur primaire ; les services, avec environ 7 % et la petite industrie (3 %) n'occupent donc qu'un dixième des actifs.

SAO NICOLAU fait partie, au N, des îles au vent. Allongée d'Est en Ouest sur 45 km entre 24° 1' et 24° 27' de longitude W, large de 4 à 25 km entre 16° 29' et 16° 40', pour une surface de 343 km², cette île entièrement volcanique est accidentée (MONTE GORDO 1 312 m) et possède une côte très découpée (fig. 2).

RÉPUBLIQUE DES ÎLES DU CAP-VERT

SITUATION



Echelle = 0 50 100 km

ILE DE S. NICOLAU

Echelle : 1/100 000

Situation des Bassins Versants
Réseau hydrographique général

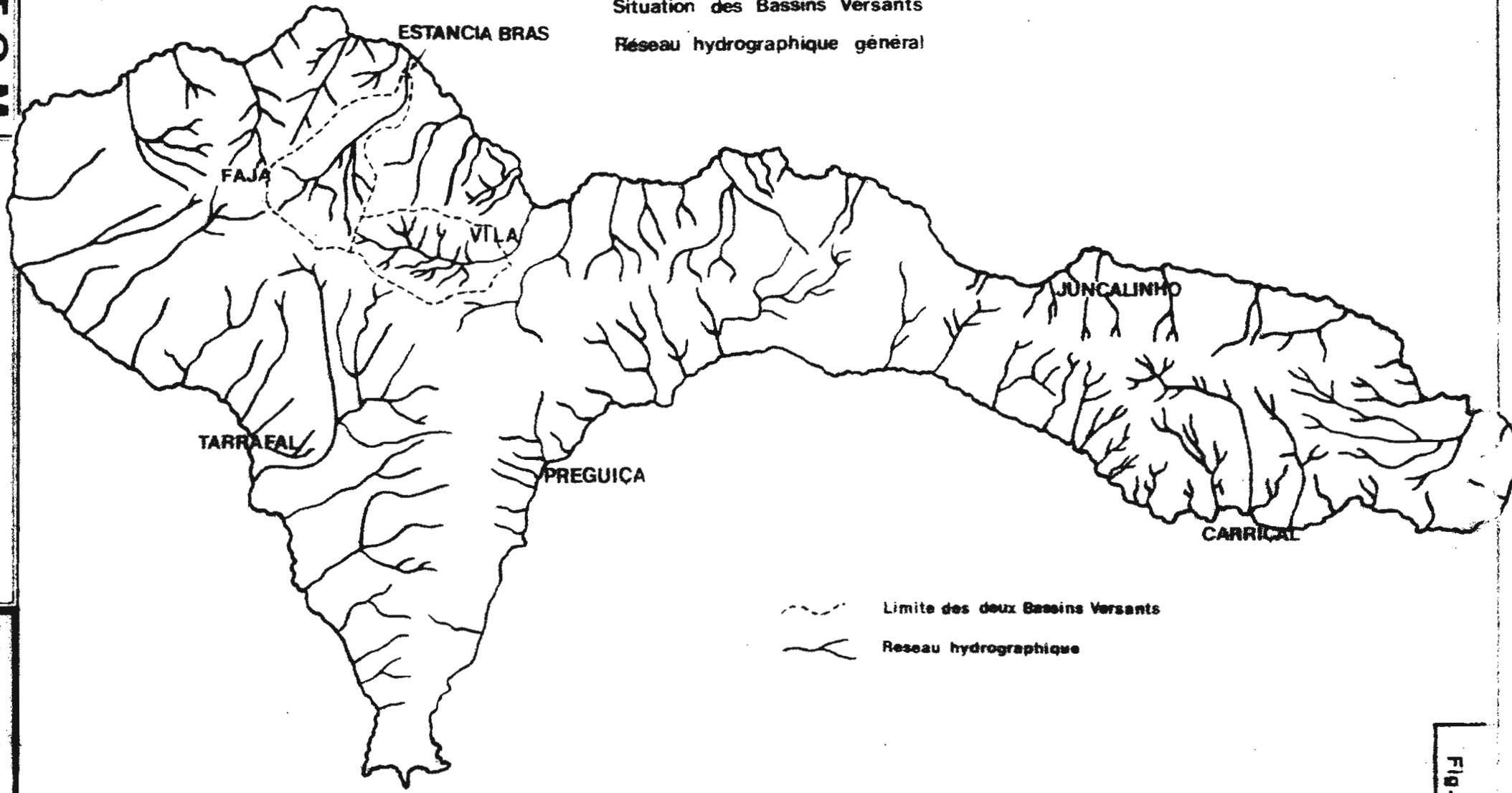


FIG. 2

A. LES CONDITIONS NATURELLES

Elles sont largement déterminées par les facteurs géoclimatiques.

1. CARACTERISTIQUES PHYSIQUES - RELIEF

a) Description morphologique

- La partie Est de l'île est la plus allongée et la plus basse. Les sommets dépassent rarement 300 mètres. Les Caldeiras y sont nombreuses, dominant des coulées en tables (mésas) plus ou moins ondulées et transformées superficiellement dans la plupart des cas en champs de pierres.
- L'élargissement de l'île est provoqué vers l'Ouest par la présence d'une dorsale d'orientation N/S qui passe de 500 m dans sa partie méridionale à 800 m au niveau de CALEJAO où elle oblique vers le Nord-Ouest pour gagner le massif du MONTE GORDO (1 312 m). A ce sommet, se raccordent vers l'Ouest et le N les vestiges en relief des dernières grandes coulées qui, démantelées par l'érosion ou les accidents tectoniques, déterminent ainsi de profondes vallées : vallée de COVOADA, vallée de la RIBEIRA PRATA, ou des vallées à caractère moins encaissé, caractérisées par une succession de gradins correspondant aux coulées récentes et au remplissage par les versants : vallée de la RIBEIRA GRANDE, vallée de la RIBEIRA BRAVA. Vallées çà et là dominées par des pitons phonolitiques ou necks (CANTO de FAJA) (fig. 3) ou des dykes filoniens (AGUA das PATAS).

b) Caractéristiques physiques

L'allure des 2 bassins versants étudiés est assez différente, comme le montre l'étude des caractéristiques physiques établies à partir des feuilles VILA da RIBEIRA BRAVA et COVOADA de la carte militaire portugaise de la Province du CAP-VERT (feuilles 19 et 23). Au droit des stations de jaugeage, ces caractéristiques sont (fig. 4) :

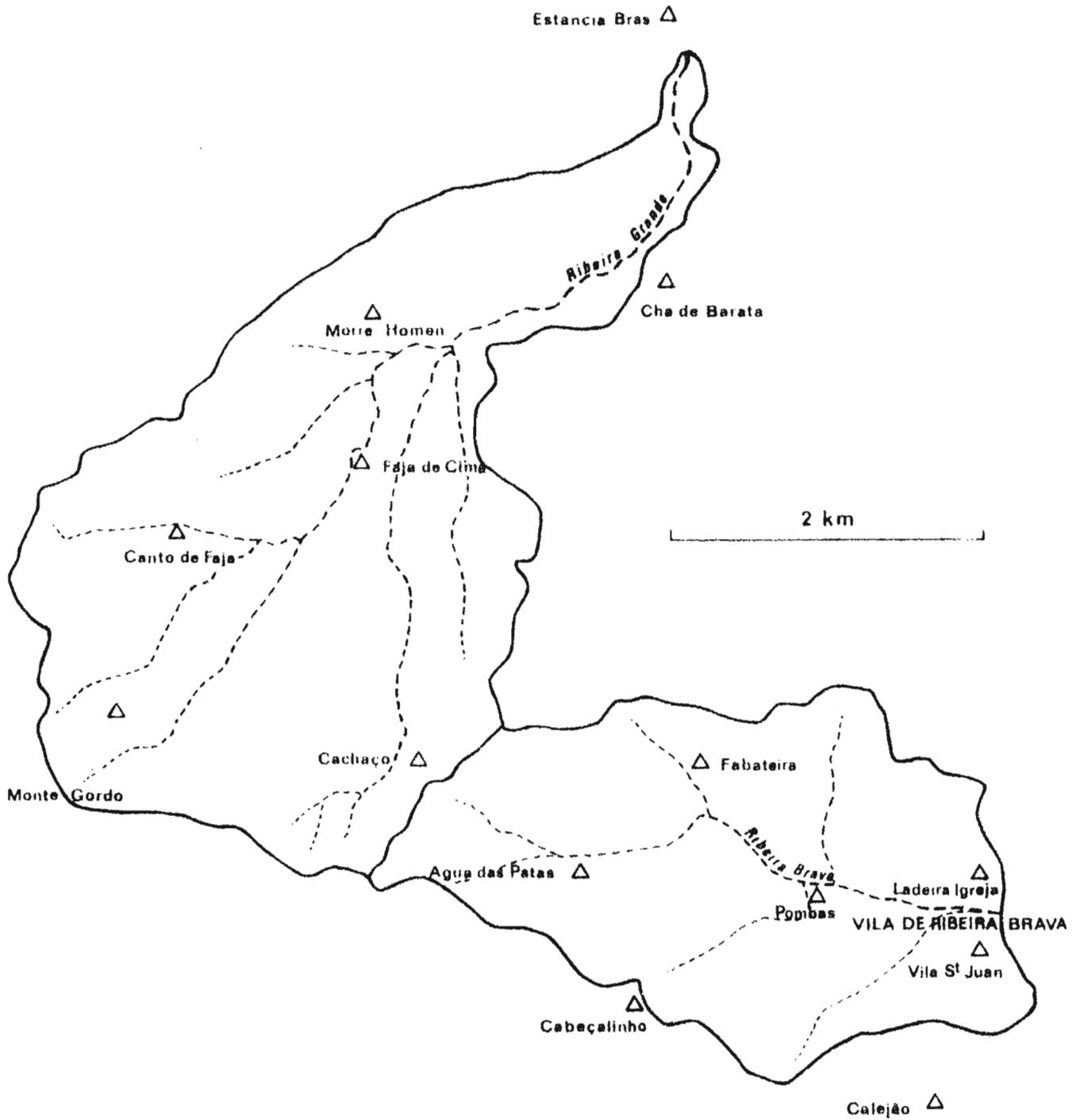


Fig.3 _ Bassin versant de la Ribeira Brava
Nébulosité _ Piton phonolitique _ Protection
des versants



Fig. 13 _ Délaissés de la crue du 26/9/78 en amont de
Vila de Ribeira Brava

BASSINS VERSANTS DE LA RIBEIRA GRANDE ET DE LA RIBEIRA BRAVA ILE DE SAO NICOLAU (Rép. des îles du Cap-Vert)



Bassin de la RIBEIRA BRAVA :

- Surface : 6,7 km²,
- Périmètre : 11,2 km,
- Coefficient de compacité de Graveluis : 1,21,
- dimensions du rectangle équivalent : L = 3,87 km ; l = 1,73 km.

Bassin de la RIBEIRA GRANDE :

- Surface : 11 km²,
- Périmètre : 16,8 km,
- Coefficient de compacité : 1,42,
- dimensions du rectangle équivalent : L = 6,78 km ; l = 1,62 km.

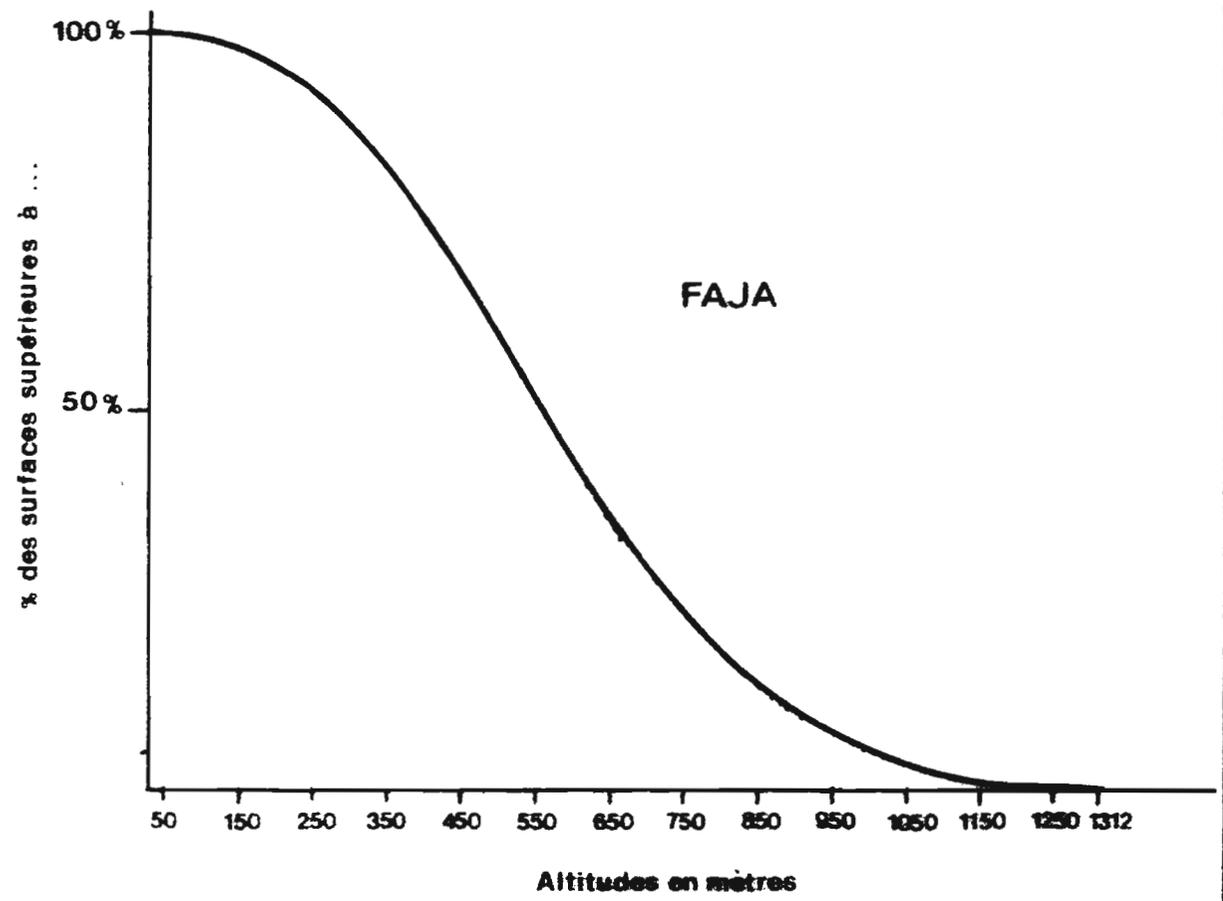
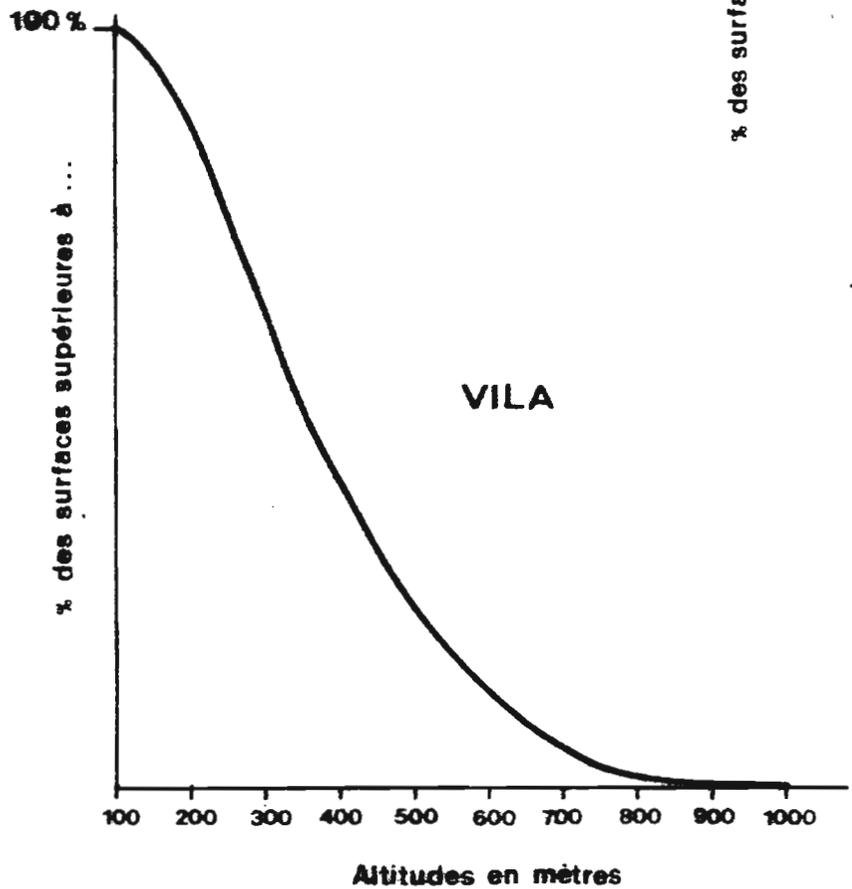
c) Les caractéristiques du relief

Le bassin versant de la RIBEIRA BRAVA culmine à 1 029 m, celui de la RIBEIRA GRANDE à 1 312 m.

- La répartition des surfaces en fonction des altitudes est représentée par les courbes hypsométriques (graph. 1).
- L'altitude moyenne est peu significative dans un cas comme dans l'autre et n'est donnée qu'à titre indicatif :
 - pour le B.V. de la RIBEIRA GRANDE : 565 m,
 - pour le B.V. de la RIBEIRA BRAVA : 350 m.
- Les autres indices sont repris dans le tableau ci-dessous :

Bassin Versant	Ip : Indice de pente	Ig : $\frac{D}{L}$: indice global (m/km) de pente	Ds : Dénivelée spécifique	R : Classe de relief
RIBEIRA GRANDE	0,42	118	391	6
RIBEIRA BRAVA	0,54	142	368	6

HYPSOMÉTRIE DES BASSINS DE VILA DE RIBEIRA BRAVA ET DE FAJA



Ces indices sont élevés dans les 2 cas et assez proches l'un de l'autre. Seule la dénivelée spécifique ($I_g \times \Delta \frac{1}{2}$) apparaît sensiblement plus élevée pour le bassin de la RIBEIRA GRANDE en raison d'une valeur plus grande de la surface du bassin.

Remarque : La classification du relief (R) comporte 7 degrés (7 étant la valeur la plus élevée). Ici, les classes de relief ont été déterminées à partir de l'Abaque de calcul mis au point à l'ORSTOM par P. DUBREUIL et J. GUISCARRE (cah. Hydro, vol. VIII, n° 2, 1971).

2. ETUDE DU RESEAU HYDROGRAPHIQUE (fig. 5)

Le nombre des thalwegs est très important sur les deux bassins, surtout en tête où le chevelu est dense et ramifié.

a) Les caractéristiques du réseau de la RIBEIRA BRAVA sont les suivantes en adoptant la classification de SCHUMM :

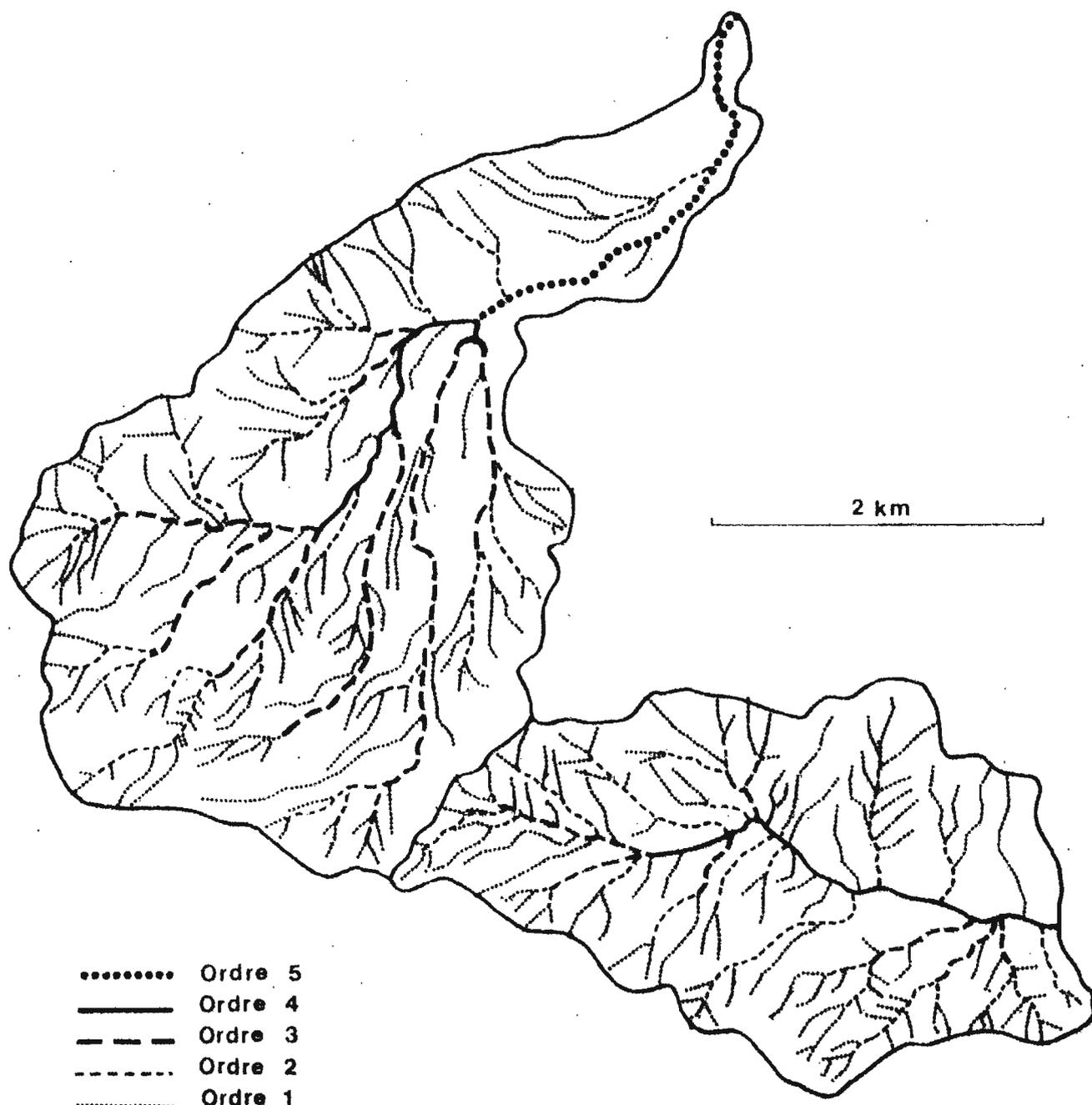
Numéro d'ordre des thalwegs	1	2	3	4
Nombre des thalwegs	111	25	6	1
Longueur des thalwegs en km	27	11	3,5	2,75
Longueur moy. des thalwegs en km	0,243	0,440	0,583	2,75

- La densité de drainage est forte : 6,60 km/km².
- Les rapports de confluence et de longueur sont identifiés à la pente des droites d'ajustement :
 - rapport de confluence : 3,1 (graph. 2),
 - rapport de longueur : 2,85.
- La fréquence des cours d'ordre "1" est de 16,57 par km².

Les graphiques 3 et 4 présentent les profils en long des 2 ribeiras et de leurs principaux affluents.

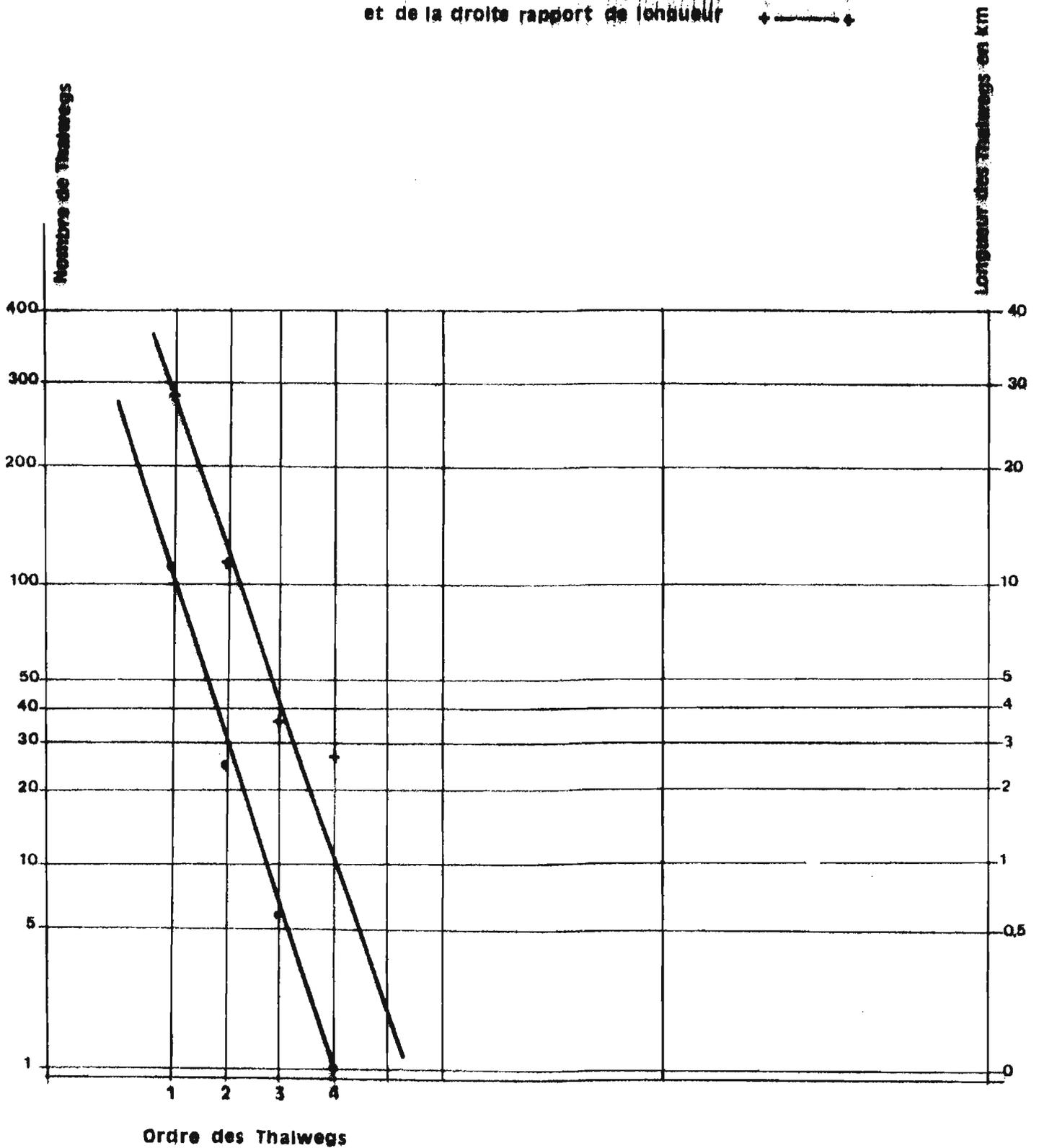
BASSINS VERSANTS
DE LA RIBEIRA GRANDE ET DE LA RIBEIRA BRAVA
ILE DE SAO NICOLAU (Rép. des Iles du Cap-Vert)

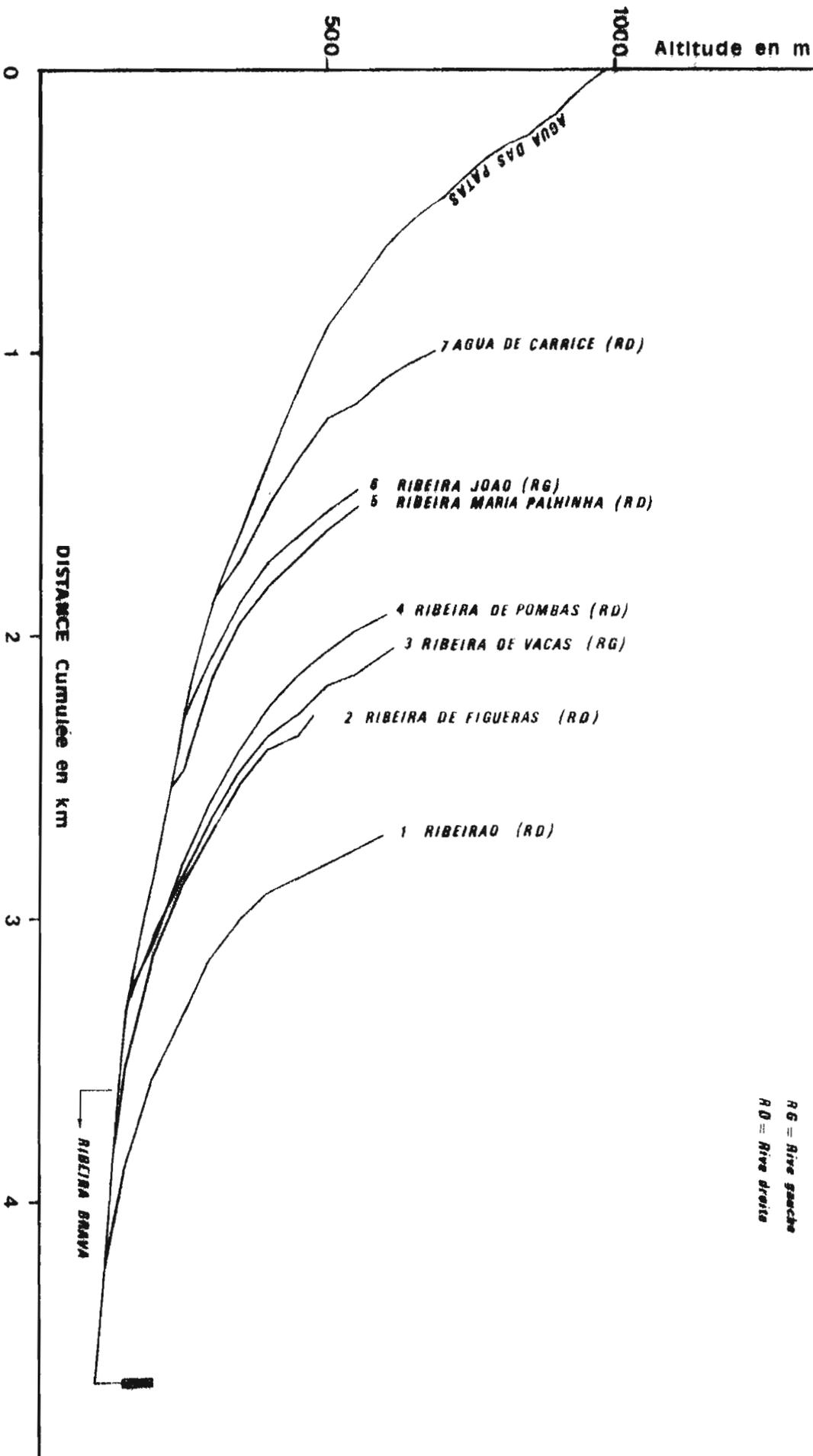
LA HIÉRARCHIE DU RÉSEAU HYDROGRAPHIQUE



BASSIN VERSANT DE LA RIBEIRA BRAVA

Ajustement graphique de la droite rapport de confluence \bullet — \bullet
 et de la droite rapport de longueur \pm — \pm

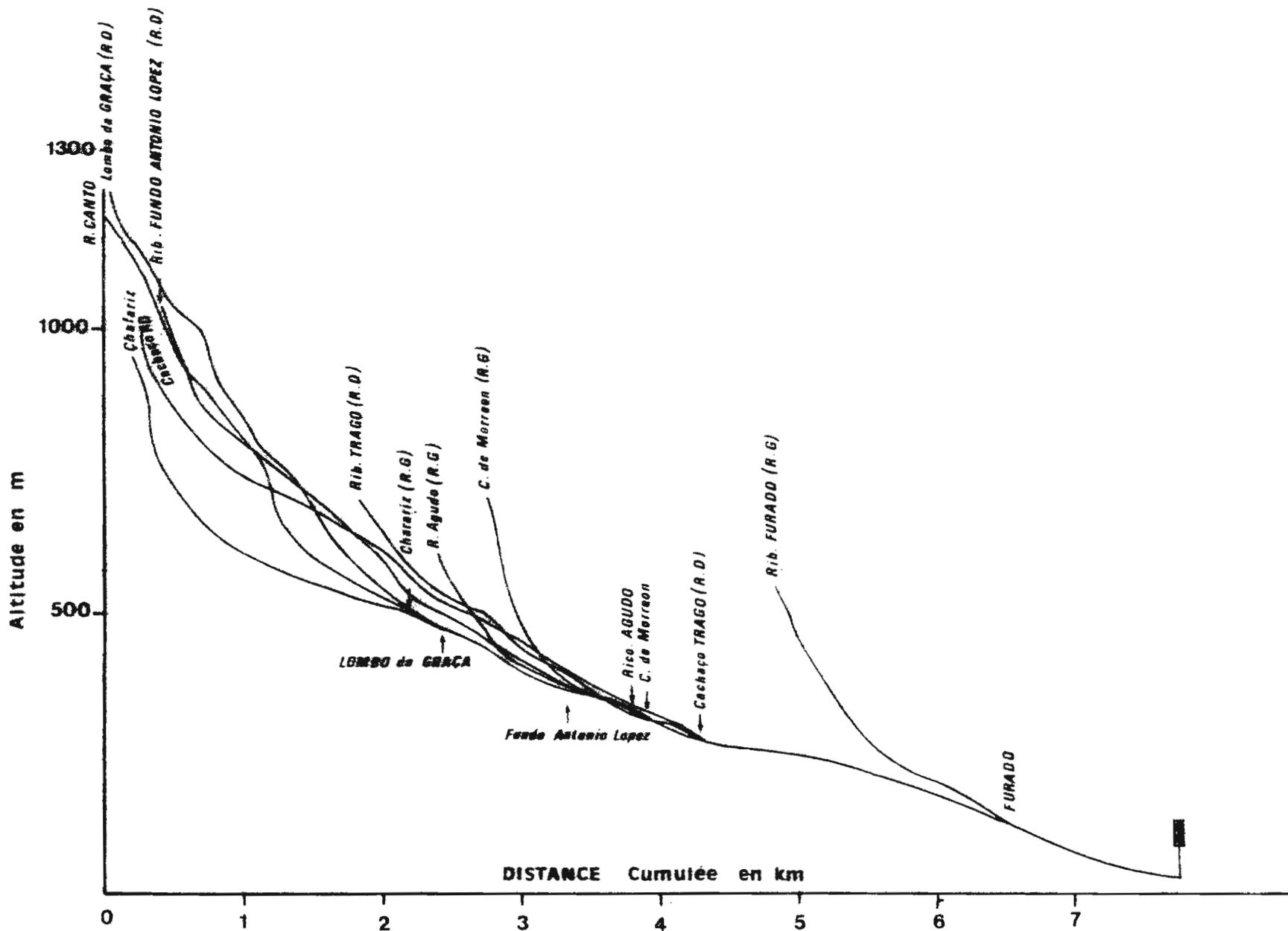




**PROFIL EN LONG DE LA RIBEIRA BRAVA
ET DE SES PRINCIPAUX AFFLUENTS**

D'après la carte militaire du service cartographique extérieur
du Portugal au 1/25000

PROFIL EN LONG DE LA RIBEIRA GRANDE ET DE SES PRINCIPAUX AFFLUENTS



b) Les caractéristiques du réseau de la RIBEIRA GRANDE sont comparables, bien que l'allongement du bassin et la plus grande importance des surfaces soumises à des pentes plus modérées pondèrent les différents paramètres retenus.

Numéro d'ordre des thalwegs	1	2	3	4	5
Nombre des thalwegs	127	32	8	2	1
Longueur des thalwegs en km	40,5	13	12	2,25	3
Longueur moy. des thalwegs en km	0,32	0,41	0,5	1,12	3

- La densité de drainage reste forte : 6,45 km/km².
- L'égalité du rapport de confluence et du rapport de longueur (2,5) montre que le réseau est très équilibré, comme le laissait supposer la distribution du nombre des thalwegs suivant les ordres (graph. 5) :
 - . ordre : 1, 2, 3, 4, 5.
 - . nombre : 2⁷, 2⁵, 2³, 2¹, 2⁰.
- La fréquence des cours d'ordre "1" est de 11,58 par km².

Remarque : L'établissement des différents paramètres de drainage a été réalisé, en absence de drainage permanent, à partir de l'ensemble des thalwegs existant.

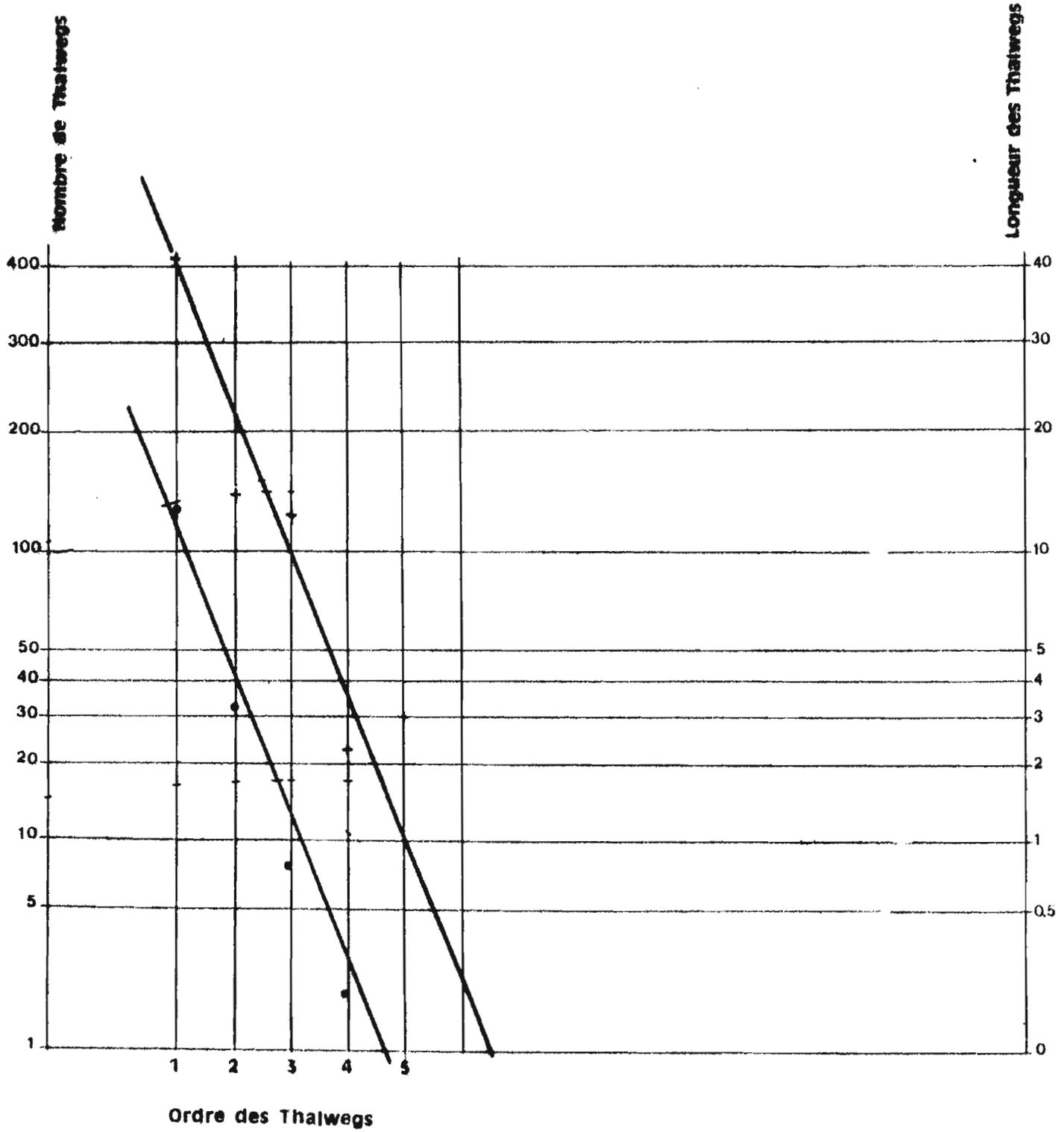
3. GEOLOGIE ET SOLS Une carte géologique simplifiée a été établie à partir de documents BURGEAP (fig. 6).

a) Géologie

Comme sur les autres îles, les formations les plus anciennes sont certainement secondaires (jurassiques et crétacées) mais non observables.

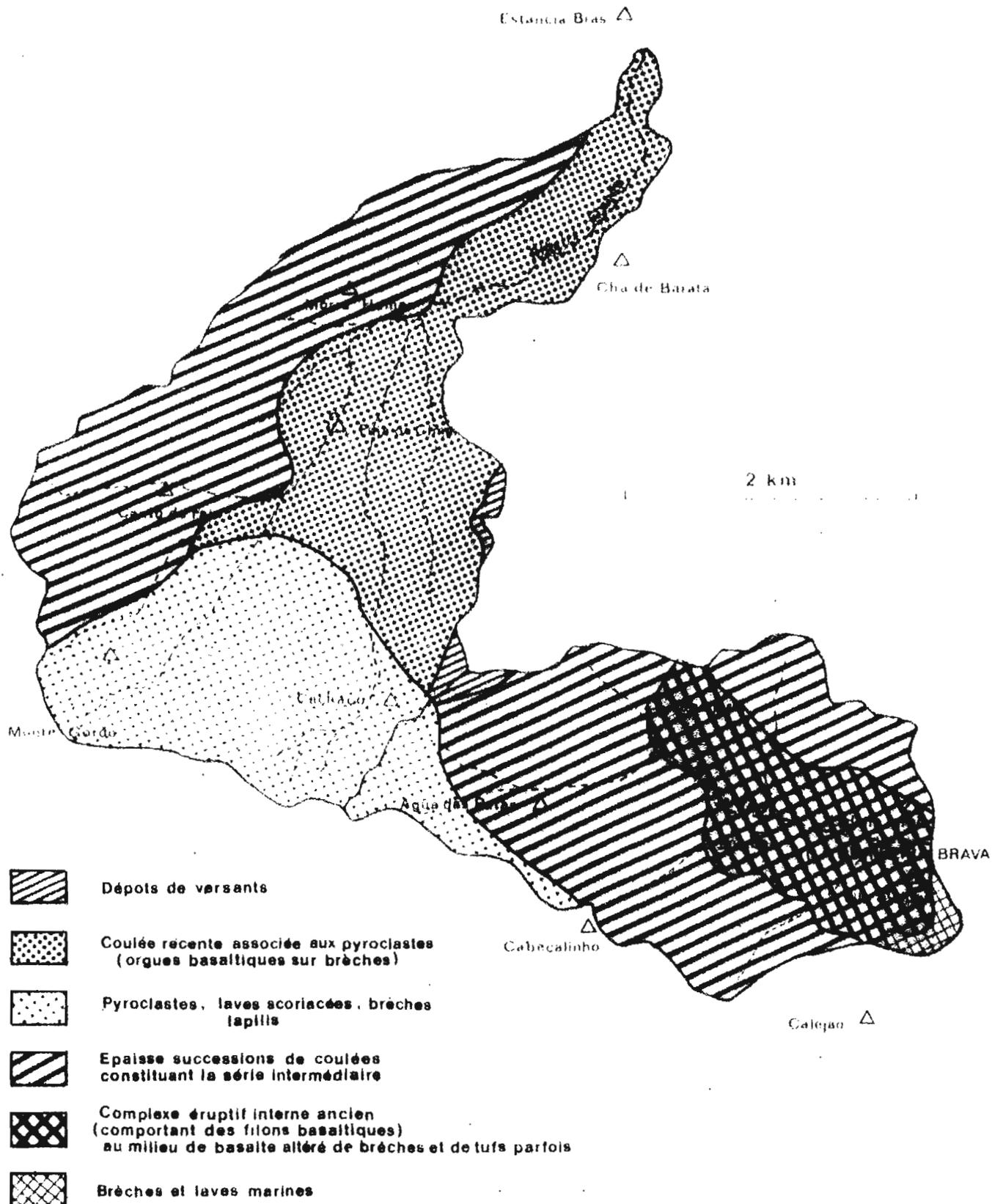
BASSIN VERSANT DE LA RIBEIRA GRANDE

Ajustement graphique de la droite rapport de confluence \bullet — \bullet
et de la droite rapport de longueur $+$ — $+$



BASSINS VERSANTS
 DE LA RIBEIRA GRANDE ET DE LA RIBEIRA BRAVA
 ILE DE SAO NICOLAU (Rép. des îles du Cap-Vert)

SCHEMA GÉOLOGIQUE



- . Le complexe éruptif interne ancien (C.A.) est le fait d'une longue phase éruptive qui s'est tendue de la fin du secondaire au début du tertiaire. Ces formations basaltiques souvent intrusives et granulaires ont été fortement altérées en surface et comportent de nombreux filons basaltiques transformés en dykes lorsqu'ils ont été dégagés par l'érosion différentielle (AGUA das PATAS).

- . Après une période érosive à l'oligocène, le miocène est marqué par de nouvelles manifestations volcaniques de type explosif à caractères clastiques (brèches).

- . Et à la fin du tertiaire se succèdent des séries volcaniques responsables des principaux reliefs de l'île (série intermédiaire) et constituées :
 - à la base de pyroclastes altérés assez fortement cimentés, alternant avec des coulées basaltiques compactes,
 - en position intermédiaire d'une série marine caractérisée par la présence de pillow-lavas,
 - en surface d'une série épaisse de coulées basaltiques alternant avec des terrains détritiques bréchiques ou pyroclastiques.

Le sommet de la série intermédiaire est marqué par des coulées discordantes sur les précédentes, épaisses et se débitant en orgues sur des brèches de base.

- . La série récente est très perméable, composée de brèches lapillis et laves scoriacées constituant de bons réservoirs de surface visible au MONTE GORDO.

b) Les sols

Ils sont conditionnés par divers facteurs : roche-mère, position topographique, climat et action anthropique.

- Ils apparaissent le plus souvent sous forme de lithosols volcaniques légers et riches, bien que parfois lessivés en raison du ruissellement et du manque de soin apporté localement à la défense des surfaces cultivées.
- On ne trouve pas à SAO NICOLAU d'épandages alluviaux importants à cause de l'étroitesse des vallées et de l'allure de leurs profils en long. Mais dans les bas-fonds des ribeiras existent quelques sols colluvionnaires assez fertiles.
- Les bas de versants sont assez souvent constitués d'accumulations grossières laissant peu de place aux éléments fins.

4. LES CARACTERISTIQUES CLIMATIQUES

Conditions générales :

Elles peuvent être considérées comme appartenant au type tropical sec.

Deux grandes saisons peuvent être distinguées :

- une saison sèche, de décembre à juin, correspondant à la période des alizés du N/E,
- une saison humide, d'août à octobre, correspondant au passage du F.I.T. constitué par la rencontre de l'Harmattan chaud et sec et de la Mousson Atlantique chargée d'humidité.

Les mois de juillet et de novembre constituent généralement des périodes de transition entre ces 2 saisons dont l'importance dépend de la dynamique du Front Inter-Tropical.

1. Les précipitations

Depuis 1966, le F.I.T. atteint tardivement, et pour peu de temps, la latitude de l'archipel, ce qui a pour conséquence un affaiblissement très sensible de la pluviométrie encore accentuée au cours des dernières années.

Indice d'humidité à VILA de RIBEIRA BRAVA (1)

(normale -300 mm- établie sur 28 ans, entre 1945 et 1972)

Années	1966	67	68	69	70	71	72
Indice	0,59	0,77	0,27	0,53	0,43	0,10	0,10

Les précipitations sont d'autre part d'une extrême irrégularité d'une année à l'autre.

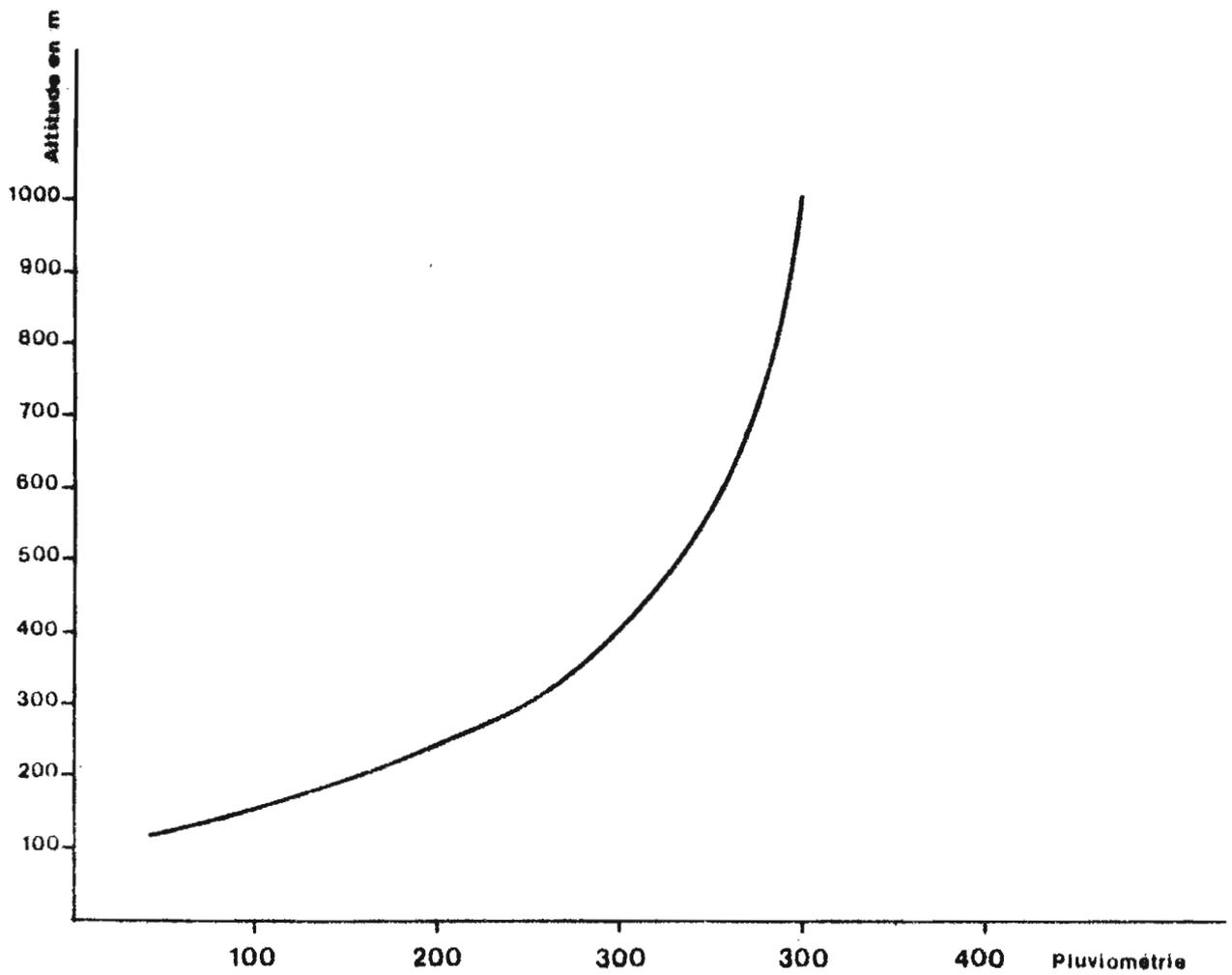
Stations	Altitude	nbre d'années enregistrées	Pluviométrie en mm		
			Moyenne	Max	Min
VILA de RIBEIRA BRAVA	166 m	28 (1945-1972)	300	754	86

Elles varient :

- en fonction de l'altitude (graph. 6) : les reliefs atteignant 1 300 m à SAO NICOLAU, il s'ensuit une augmentation sensible des précipitations en altitude, surtout à partir de 400 à 500 m où existe d'autre part un phénomène non négligeable de précipitations occultes, condensation nocturne même en saison sèche, alors que les secteurs bas littoraux restent très secs.
- En fonction de l'exposition : les versants exposés au N/E ou au Nord sont les plus arrosés : vallées de RIBEIRA GRANDE et BRAVA, alors que les versants exposés au Sud sont le plus souvent arides : TARRAFAL, PREGUIÇA.

(1) Ces données, le fichier pluviométrique n'étant pas encore opérationnel, sont extraites du rapport BURGEAP de 1974.

PLUVIOMÉTRIE EN FONCTION DE L'ALTITUDE BASSIN DE LA RIBEIRA GRANDE



2. La nébulosité

Elle est forte en saison des pluies, véritable bande nuageuse encadrant les reliefs (fig. 3) jusqu'à des altitudes relativement basses : 3 à 400 m ; elle reste sensible en saison sèche, n'affectant cependant plus que les secteurs d'altitudes supérieures à 800 ou 900 m.

3. L'insolation

A notre connaissance, aucune mesure de ce type n'a été effectuée jusqu'alors sur l'île. Et faute d'étalonnage, les données du solarimètre ne sont pas exploitables cette année. Néanmoins, il apparaît que l'insolation est importante en saison sèche de novembre à juillet. D'août à octobre la forte nébulosité qui affecte les versants Nord et Est amoindrit fortement les possibilités de rayonnement direct en dehors du proche littoral.

4. Les vents

Ils sont de 3 types et de 3 secteurs différents :

- l'Harmattan, vent chaud et sec provenant du continent Nord africain, souffle de l'Est vers l'Ouest épisodiquement de décembre à juin ;
- l'Alizé du N/E, vent le plus souvent assez violent qui souffle de novembre à juin (témoins : les arbres en drapeaux) ;
- la Mousson atlantique, provenant du S/E au S/W, est une masse d'air chaude et humide qui apporte la pluie d'août à octobre.

Le tableau ci-dessous présente les vitesses caractéristiques des mois de septembre 1978 à janvier 1979 à la station météo de FAJA de CIMA.

Vitesses m/s	Septembre	Octobre	Novembre	Décembre	Janvier
\bar{V}	2,06	1,90	2,21	2,26	2,51
Vx	3,35	4,51	5,78	5,82	5,17
Vn	1,14	1,35	0,93	0,68	1,46

5. Les températures

Aucun relevé suivi des températures n'a été effectué jusqu'à ce jour à SAO NICOLAU. Ceux recueillis sur l'île de SANTIAGO montrent que l'amplitude thermique est faible même en altitude. Cette faiblesse est confirmée par les relevés effectués à la station de FAJA de CIMA à 390 mètres d'altitude et à celle d'ESTANCIA BRAS, sur le littoral, à 44 mètres d'altitude.

FAJA de CIMA

(Températures en degrés celsius et dixièmes)

Période Caractéristiques	Septembre 1978 sur 23 jours	Octobre	Novembre	Janvier 1979
Température Moy. journalière	23° C	22,4	21,3	18,8
Température Moy. Max. journalière	23,9	24,6	24	21
Température Moy. Min. journalière	22,1	20,8	19,5	16,8
Température Max. absolue	29,4	28,6	28	24
Température Min. absolue	20,2	18	16	13

ESTANCIA BRAS

(Températures en degrés celsius et dixièmes)

Période Caractéristiques	Septembre 1978 sur 24 jours	Octobre	Novembre	Janvier 1979
Température Moy.	25,6	25,5	24,4	21
Température Moy. Max. journalière	26,8	26,5	26,3	22,4
Température Moy. Min. journalière	24,3	22,3	22,4	19,2
Température Max. absolue	29,6	31,2	29,5	28
Température Min. absolue	23	20,6	18,5	15,4

Remarque : Les températures moyennes journalières sont obtenues graphiquement à partir :

- du minimum obtenu vers 6 h,
- du maximum obtenu vers 15 h,
- et des températures intermédiaires de 9 h et de 18 h.

Les températures plus élevées d'ESTANCIA BRAS sont liées à l'altitude basse garantissant un ensoleillement (durée et intensité) nettement supérieur.

La faiblesse des variations est aussi bien journalière que mensuelle. Elle existe aussi bien au niveau des moyennes que des maxima et minima.

6. L'humidité relative

C'est un facteur important de l'évaporation potentielle. Le tableau qui suit présente les humidités relatives instantanées

calculées à partir des températures humides et sèches relevées à 9 H et 18 H aux 2 stations.

Selon la formule de REGNAULT :

$$U \% = 100 \frac{ew (Th) - A \frac{P}{1000} (Ts - Th)}{ew (Ts)}$$

où : P est la pression atmosphérique moyenne à l'altitude donnée en mb.,
ew (Th) et ew (Ts) étant les tensions de vapeur aux températures humides et sèches ambiantes,

Ts et Th, les températures sèches et humides de l'air en degrés celsius,

A, un coefficient moyen de 0,79.

FAJA de CIMA :

- altitude : 390 m,
- P. moy. : 970 mb.

Période		Septembre 1978 sur 21 jours	Octobre	Novembre
Caractéristiques				
9 H	U % Moy.	85,1	81,3	74,9
	U % Max.	100 (le 26)	98 (le 13)	91
	U % Min.	73	51	58
18 H	U % Moy.	83,9	86,2	76,9
	U % Max.	100 (les 19 et 26)	100 (le 13)	96
	U % Min.	71	55	42

ESTANCIA BRAS :

- altitude : 44 m,
- P. : 1 006 mb.

Période		Septembre 1978 sur 21 jours	Octobre	Novembre
Caractéristiques				
9 H	U % Moy.	78,3	75,5	70,2
	U % Max.	89	91 (1e 14)	86
	U % Min.	70	61	55
18 H	U % Moy.	80,7	78,6	71,4
	U % Max.	92 (1e 26)	95 (1e 13)	86
	U % Min.	69	64	52

A FAJA de CIMA la station météo dispose d'un hygromètre à cheveux dont le bon fonctionnement a pu être vérifié grâce aux calculs d'humidité réalisés à partir des indications psychrométriques.

L'humidité relative varie inversement à la température. Elle est minimale aux heures chaudes de la journée, maximale au petit matin.

- En fait, si les minima ont bien lieu en milieu de journée, les maxima sont, la plupart du temps, atteints dès 20 heures le soir. Et à partir de 0 H, une décroissance peut s'observer avec parfois un maximum secondaire à l'aube.
- En septembre, l'amplitude journalière ne dépasse guère 20 % entre 80 et 100 % . Au cours de la dernière décade, elle est minimale avec moins de 10 % entre 90 et 100 % .
- En octobre, l'amplitude journalière est plus irrégulière ; faible pendant les 2 épisodes pluvieux en début et milieu de mois (20 % entre 80 et 100 %) elle est plus marquée au cours du reste du mois, atteignant et dépassant 50 % en l'espace d'une heure. Dans la nuit du 2 novembre, un minimum de 31 % est atteint entre 1 H et 3 H.
- D'une manière générale, il apparaît que l'U % moyenne décroît de septembre à novembre aussi bien à FAJA de CIMA qu'à ESTANCIA BRAS. Mais les amplitudes entre maxima et minima sont, sur les 3 mois d'observation, nettement plus sensibles à FAJA de CIMA qu'à ESTANCIA BRAS. Ceci en raison de la différence d'altitude et de la situation par rapport à l'océan.

7. L'évaporation

Elle est liée aux facteurs climatiques étudiés précédemment.

Les deux stations météo comportent un évaporomètre Piche. Le tableau suivant reprend les principales observations effectuées grâce à cet appareil à la station de FAJA de CIMA.

Période Caractéristiques	Septembre 1978 sur 25 jours	Octobre	Novembre
Evaporation total mensuelle	45,5 mm	56,7 mm	81,6 mm
\bar{E} évaporation moy. journalière	1,52 mm/j	1,83 mm/j	2,72 mm/j
Evaporation max. journalière	3,1 mm/j	4,6 mm/j	5,5 mm/j
Evaporation min. journalière	0,3 mm/j	0,4 mm/j	1,3 mm/j

A ESTANCIA BRAS (tableau ci-dessous), cette évaporation Piche apparaît normalement plus élevée en fonction de l'ensemble des données climatiques.

Période Caractéristiques	Septembre 1978 sur 25 jours	Octobre	Novembre
E_t	69,35 mm	102,5 mm	120,6 mm
\bar{E}	2,77 mm/j	3,30 mm/j	4,02 mm/j
E max.	4,4 mm/j	5,5 mm/j	8,4 mm/j
E min.	0,8 mm/j	0,9 mm/j	2 mm/j

La station météo de FAJA de CIMA est également équipée de deux bacs à évaporation ; un bac américain dit de classe "A" et un bac COLORADO de type ORSTOM.

Le tableau ci-dessous présente les résultats obtenus à partir des observations réalisées sur ces 2 bacs :

		Sept (17 au 26)	Octobre	Novembre	Décembre	Janvier
bac classe "A"	E_t	35,0 mm	86,1 mm	99,4 mm	77 mm	89,9 mm
	\bar{E}	3,50 mm/j	2,78 mm/j	3,30 mm/j	2,48 mm/j	2,90 mm/j
	E_x	5,6 mm/j	5,3 mm/j	4,9 mm/j	4,0 mm/j	4,9 mm/j
	E_n	0,7 mm/j	1,1 mm/j	1 mm/j	0,4 mm/j	1,3 mm/j
bac COLORADO	E_t	36,2 mm	77,2 mm	96 mm	72,6 mm	89,2 mm
	\bar{E}	3,6 mm/j	2,49 mm/j	3,20 mm/j	2,34 mm/j	2,88 mm/j
	E_x	5,5 mm/j	4,51 mm/j	5,0 mm/j	3,0 mm/j	4,0 mm/j
	E_n	1,1 mm/j	1,1 mm/j	2,0 mm/j	1,0 mm/j	2,0 mm/j

avec : E_t = Evaporation totale mensuelle,
 \bar{E} = Evaporation moyenne journalière,
 E_x = Evaporation maximale journalière,
 E_n = Evaporation minimale journalière.

Après homogénéisation des données, une corrélation entre X : donnée du bac COLORADO et Y : donnée du bac "A" a été tentée sur 130 couples.

Cette corrélation s'avère assez significative : $r = 0,758$,

avec : $\bar{X} = 2,956$,
 $\bar{Y} = 2,810$,
a (coefficient angulaire de la droite) = 0,713,
b (ordonnée à l'origine) = 0,702.

L'équation de la droite de régression de Y en X est donc :

$$Y = 0,713 X + 0,702.$$

B. LES DONNEES HYDROPLUVIOMETRIQUES DE LA CAMPAGNE

1. LA PLUVIOMETRIE

Si pour les autres composantes climatiques aucune observation n'avait été réalisée à SAO NICOLAU, il n'en est pas de même pour la pluviométrie, et bien que les relevés du poste de VILA de RIBEIRA BRAVA doivent être considérés avec circonspection (la correspondance bague-éprouvette étant incertaine), nous disposons, sur chacun des deux bassins versants, pour une station, d'environ trente années d'observations collectées entre 1945 et nos jours par les services régionaux de l'Agriculture. Au niveau journalier, ces observations sont malheureusement très fragmentaires et seules les données mensuelles seront utilisables à partir du fichier en l'état qui doit être mis sur pied au Bureau Central Hydrologique d'après les microfichages réalisés sur place et à LISBONNE.

Dans un deuxième temps, un fichier opérationnel doit être créé. En attendant et dans le seul but de situer notre année dans la période considérée, il a été emprunté au BURGEAP un certain nombre de données de base.

9 pluviomètres ont été installés sur les 2 bassins en plus de ceux existant (fig. 7) :

- 6 sur le bassin versant de la RIBEIRA GRANDE :

- . ESTANCIA BRAS,
- . CHA de BARATA,
- . MORRE HOMEN,
- . FAJA de CIMA,
- . CANTO de FAJA
- . MONTE GORDO,
- . + 1 pluviographe à FAJA de CIMA ;

- 3 sur le bassin versant de la RIBEIRA BRAVA :

- . POMBAS,
- . FABATEIRA,
- . AGUA das PATAS.

BASSINS VERSANTS DE LA RIBEIRA GRANDE ET DE LA RIBEIRA BRAVA ILE DE SAO NICOLAU (Rép. des îles du Cap-Vert)

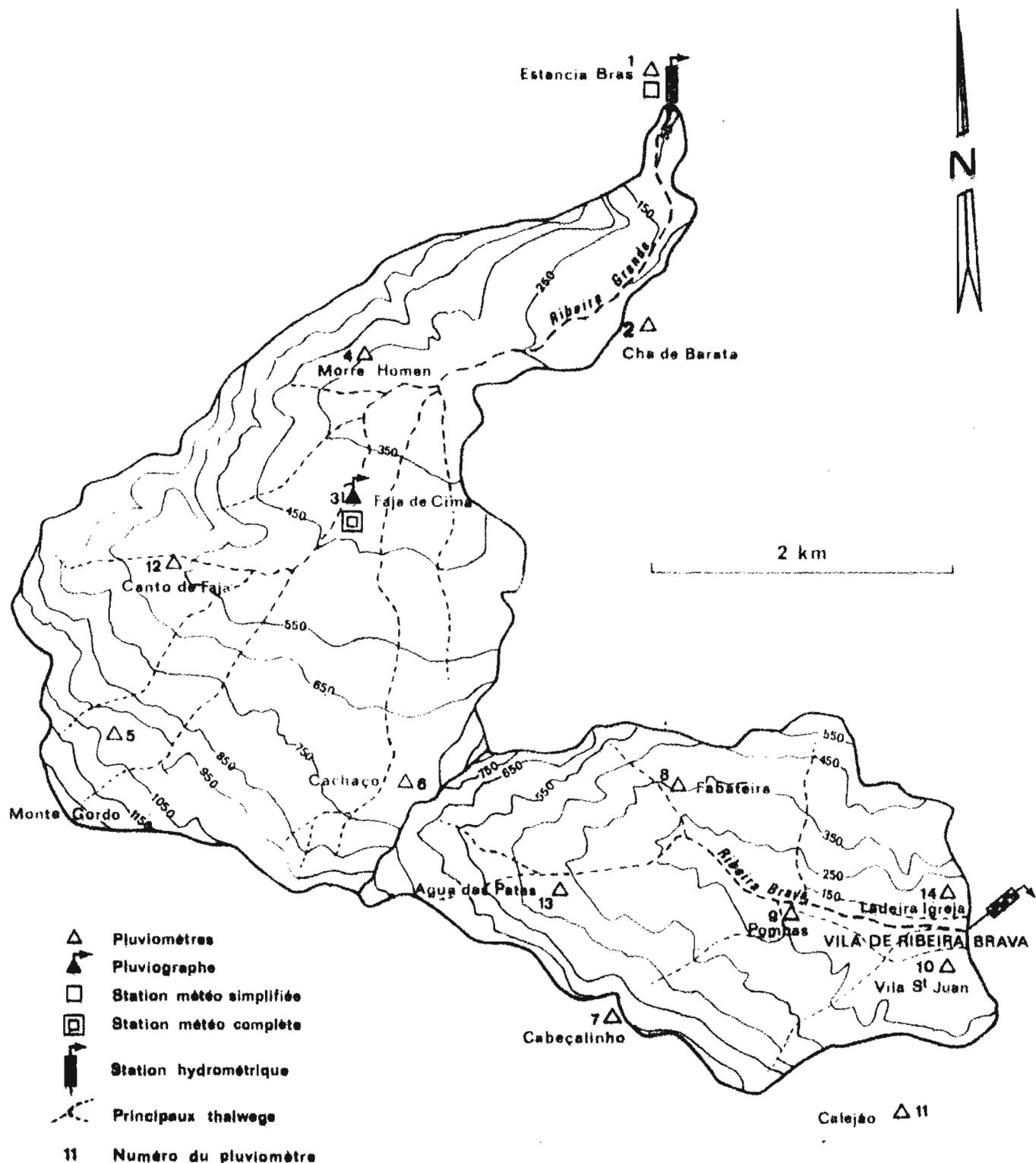


SCHÉMA DES INSTALLATIONS HYDROMÉTÉOROLOGIQUES

a) La pluviométrie normale à la station de VILA de RIBEIRA BRAVA établie sur 28 ans (entre 1945 et 1972) est de 300 mm.

Pour cette année, l'indice d'humidité ($\frac{\text{Pluvio 1978}}{\text{Pluvio normale}}$) serait donc de 0,53 %, sous toute réserve de pluies survenues après le 31 janvier 1979.

Malgré sa faiblesse et compte tenu de la très faible pluviométrie des dernières années, il faut sans doute remonter à 1969 pour trouver un indice comparable.

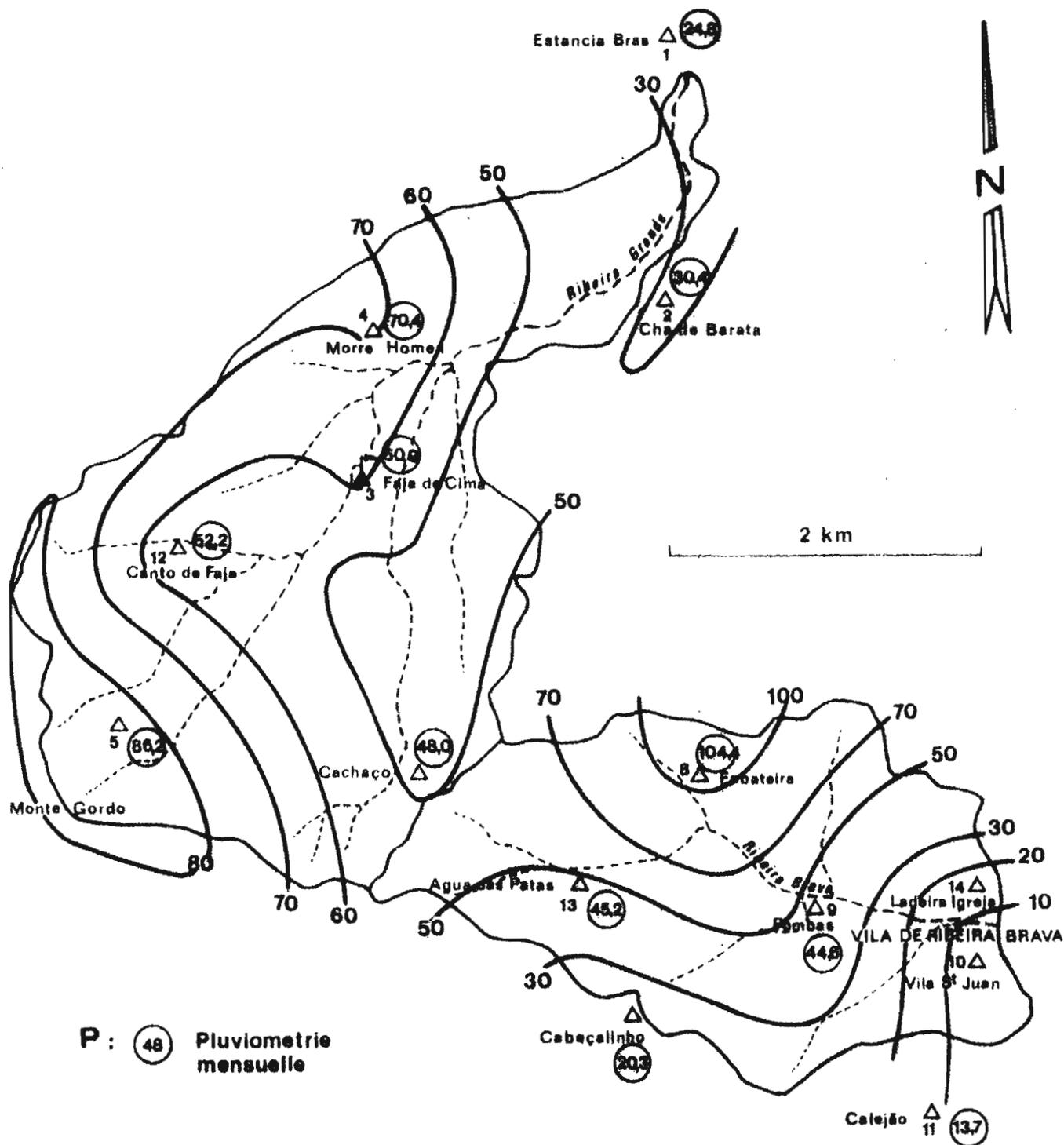
b) La pluviométrie mensuelle

Dans sa répartition, elle apparaît sensiblement différente par rapport à la période 1961-1970 marquant le début de la sécheresse. A VILA de RIBEIRA BRAVA, les 3 mois les plus pluvieux (août, septembre, octobre) ne totalisent que 75,5 % du total des précipitations (85 % pour la période 1961-1970) ; le mois de septembre représente 90 % du total de ces 3 mois, contre 76 % pour la période considérée.

Deux faits ressortent donc pour cette année :

- abondance relative de la pluviométrie de septembre,
 - faiblesse relative du total des trois mois les plus pluvieux par rapport à la pluviométrie de l'année.
- Les figures 8 - 9 - 10 présentent les isohyètes des mois d'août, septembre, octobre sur les 2 bassins versants. Ces isohyètes correspondent assez bien aux courbes de niveau sauf pour celles du mois de septembre très largement influencées par le phénomène orageux du 26 dont le maximum s'est produit au niveau de POMBAS.
- Les pluviométries moyennes des mois d'août, septembre et octobre, obtenues par la méthode des polygones de THYSSEN, ont été les suivantes :

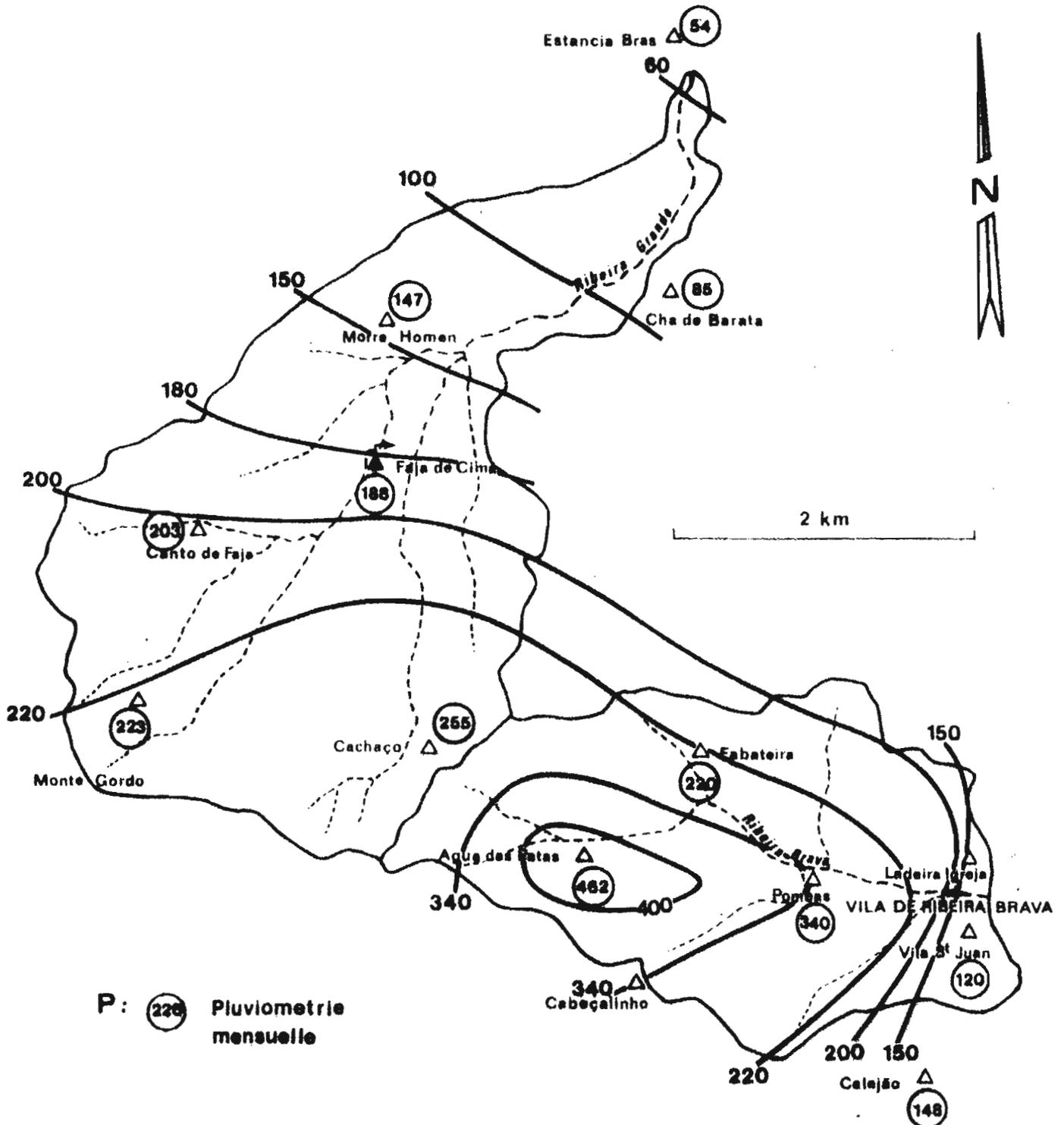
BASSINS VERSANTS DE LA RIBEIRA GRANDE ET DE LA RIBEIRA BRAVA ILE DE SAO NICOLAU (Rép. des îles du Cap-Vert)



P: (48) Pluviometrie mensuelle

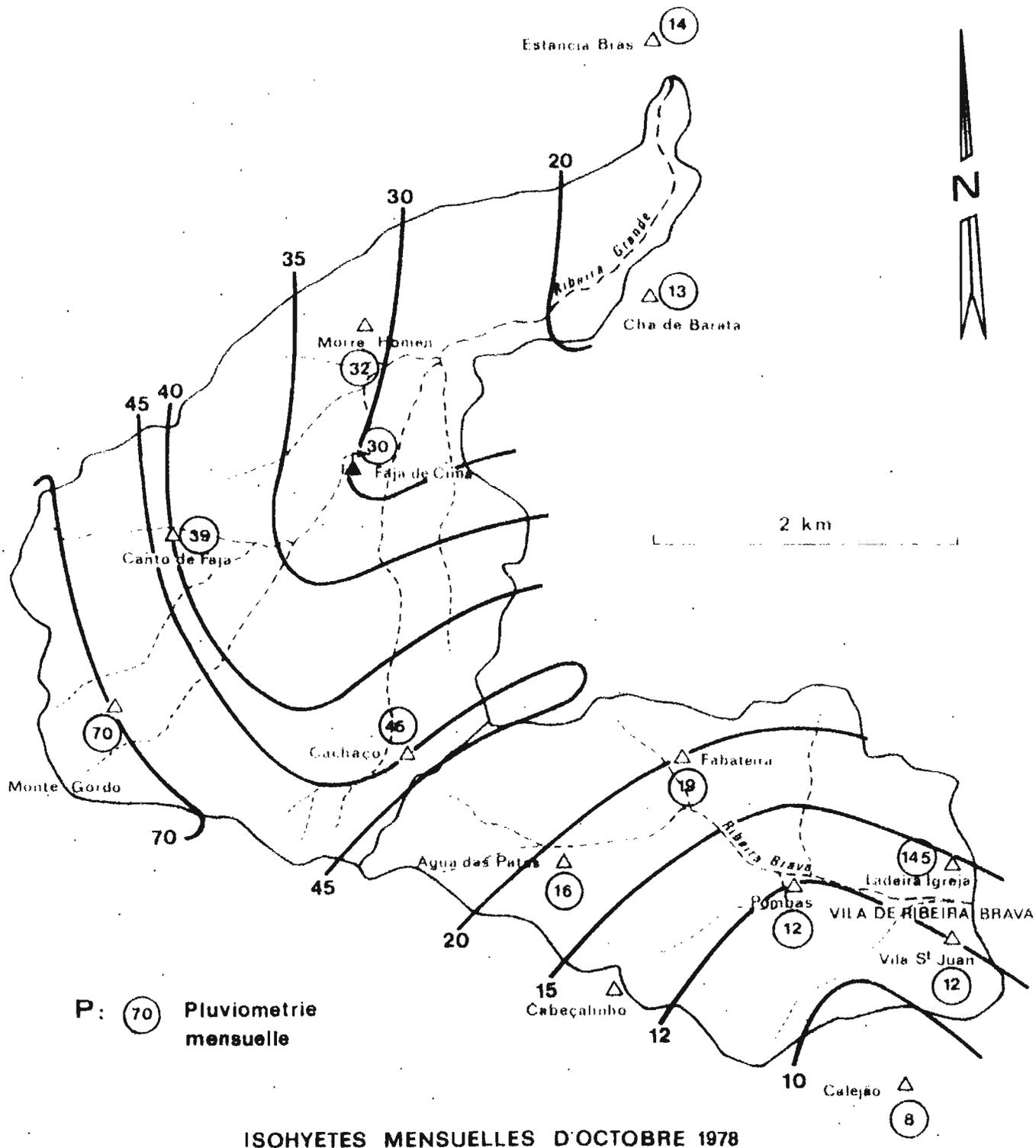
ISOHYETES MENSUELLES D'AOUT 1978

BASSINS VERSANTS DE LA RIBEIRA GRANDE ET DE LA RIBEIRA BRAVA ILE DE SAO NICOLAU (Rép. des îles du Cap-Vert)



ISOHYETES MENSUELLES DE SEPTEMBRE 1978

BASSINS VERSANTS DE LA RIBEIRA GRANDE ET DE LA RIBEIRA BRAVA ILE DE SAO NICOLAU (Rép. des îles du Cap-Vert)



B.V. de la RIBEIRA GRANDE 11 km ²	Août	58,8 mm
	Septembre	190,4 mm
	Octobre	39,2 mm
B.V. de la RIBEIRA BRAVA 6,7 km ²	Août	65,1 mm
	Septembre	302 mm
	Octobre	16,6 mm

c) La pluviométrie journalière

21 jours de pluie ont été dénombrés au cours des mois d'août, septembre, octobre.

Le tableau ci-dessous fait ressortir l'extrême irrégularité de la répartition de ces précipitations : classement des jours de pluie en fonction des hauteurs relevées au pluviographe de la station de FAJA de CIMA.

de 0 à 5 mm	5 à 10 mm	10 à 20 mm	20 à 30 mm	30 à 40 mm	40 à 100 mm	de 100 à 120 mm
10	5	2	2	1	0	1

Les caractéristiques des principaux épisodes pluvieux sont présentées par le tableau ci-dessous

où : \bar{P} = Pluviométrie moyenne sur le B.V. en mm,
 P_m = Pluviométrie maximale ponctuelle en mm,
 K = le coefficient de répartition $\frac{P}{P_m}$.

Episode du	Bassin de la RIBEIRA GRANDE			Bassin de la RIBEIRA BRAVA		
	\bar{P}	Pm	K	\bar{P}	Pm	K
3 et 4/9/78	12,8	26,3	0,49	12,7	29,1	0,44
26 et 27/9/78	46	72,4	0,63	38,3	75,3	0,50
1er et 2/9/78	5,4	10,8	0,49	2,1	3,2	0,65
5 et 6/9/78	2,3	4,2	0,55	0,70	2	0,35
15 et 16/9/78	27	31,9	0,85	17,2	32,2	0,53
20/9/78	4,5	6,8	0,65	2,6	6	0,42
26/27/9/78	140,6	188	0,74	240,3	278,9	0,86
13/14/9/78	36,3	67,4	0,54	15,3	44,8	0,34
20/21/9/78	1,1	3,1	0,25	1,7	5,7	0,30
23/9/78	1,8	5,6	0,32	-	-	-

d) Caractéristiques des averses : Durée - intensité

Comme le montrent les graphiques 7 et 8, la plupart des averses sont de courte durée et de forte intensité. Leur apparition est généralement brutale. Les préambule et traîne, lorsqu'ils existent, sont de faible importance.

2. HYDROMETRIE

Une station a été installée à l'aval de chaque bassin, en vue du contrôle des débits liquides et solides (fig. 7).

1. Sur le bassin de la RIBEIRA BRAVA, elle a été installée à VILA de RIBEIRA BRAVA, sur l'unique pont.

Situation :

- longitude : 24° 18' W,
- latitude : 16° 37' N,
- altitude \pm 100 m.

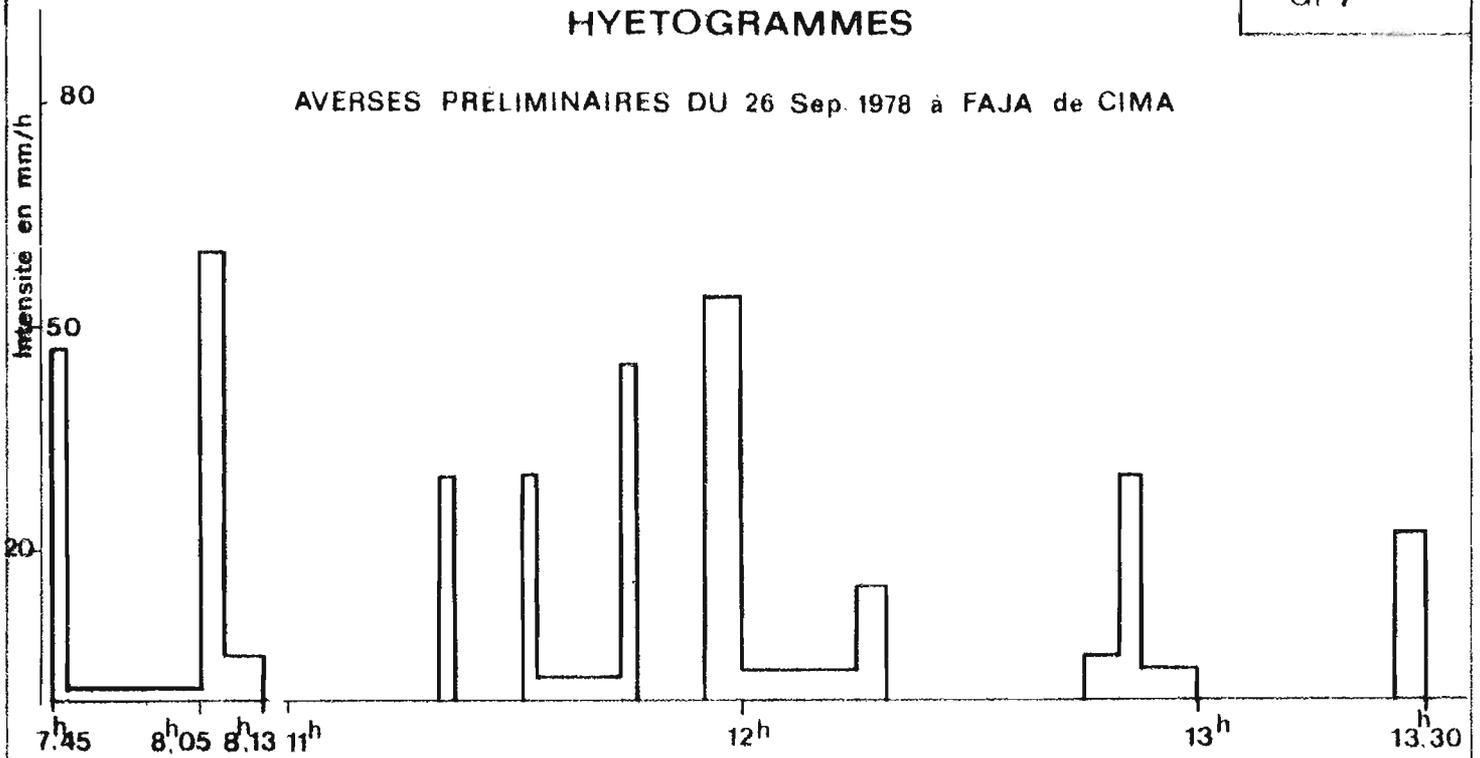
a) Elle comprend :

- une échelle limnimétrique de 3 éléments fixée sur un IPN scellé dans la masse de béton en rive gauche contre la

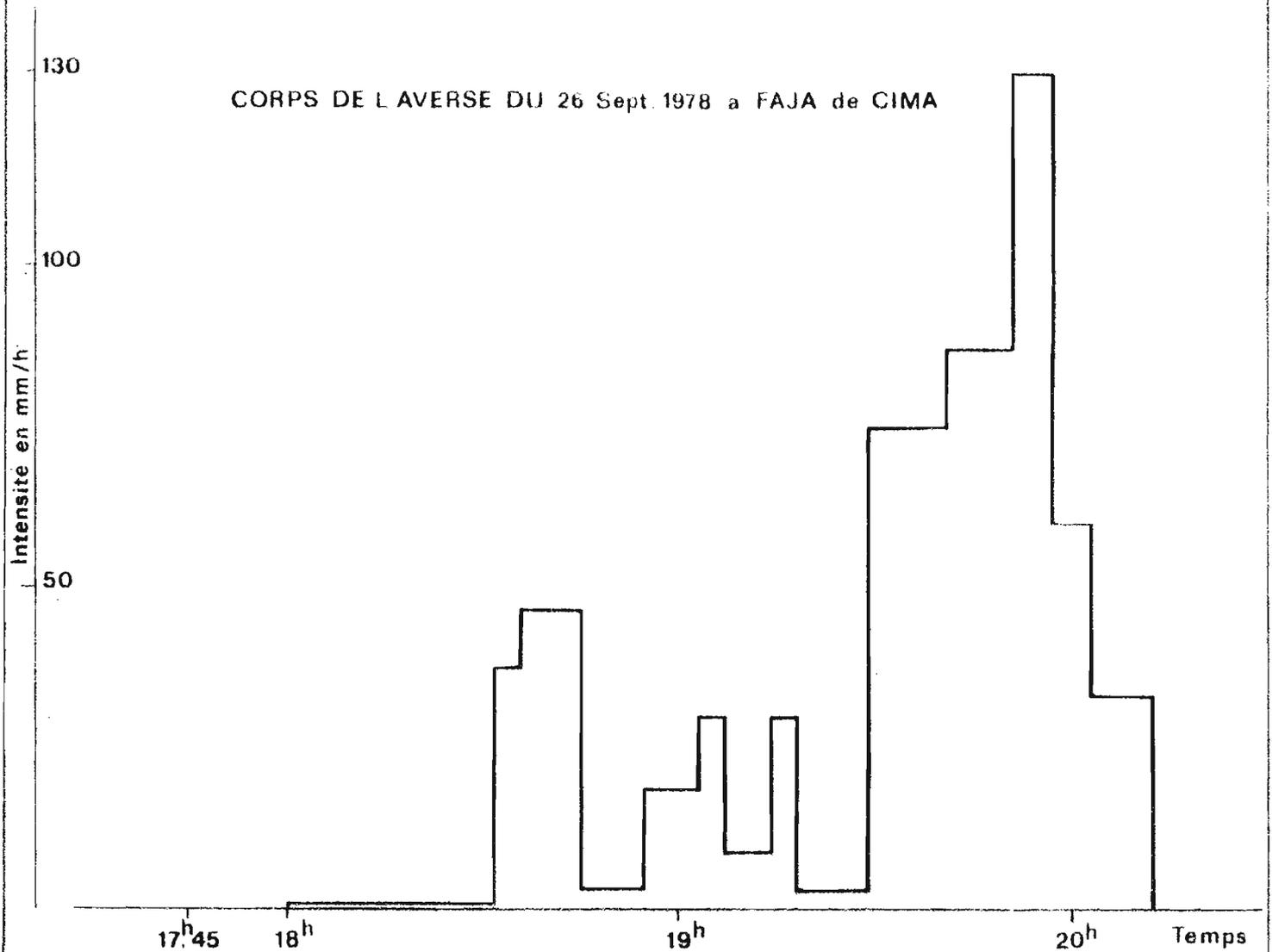
HYETOGRAMMES

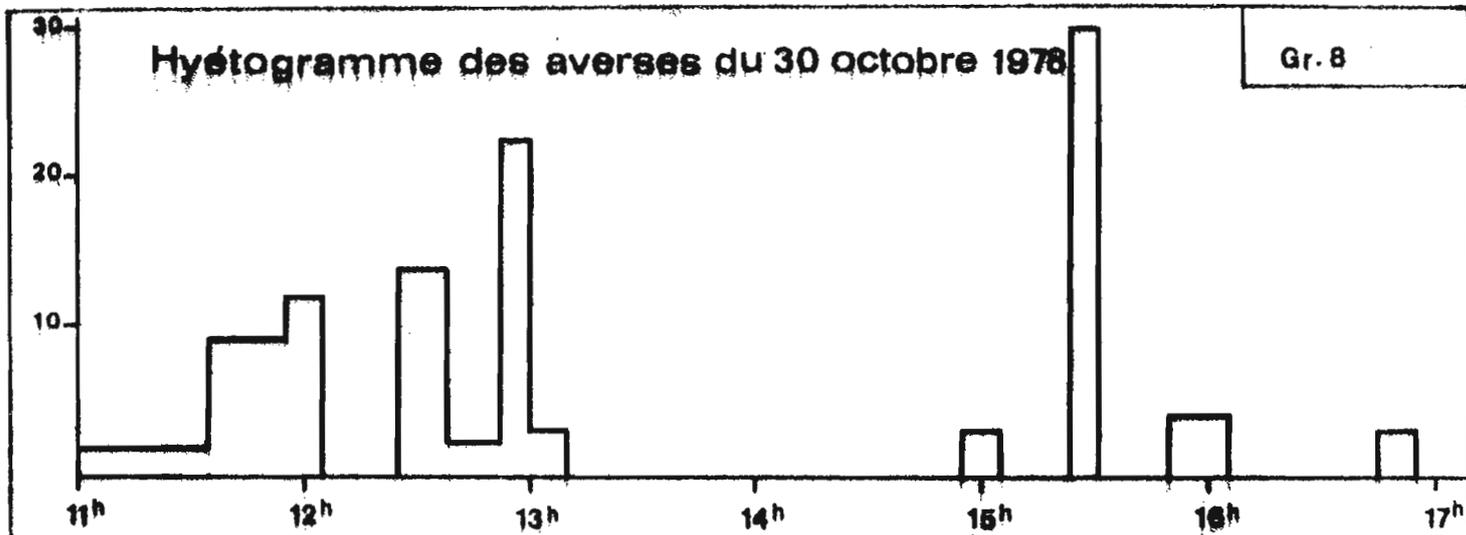
Gr 7

AVERSES PRÉLIMINAIRES DU 26 Sep. 1978 à FAJA de CIMA



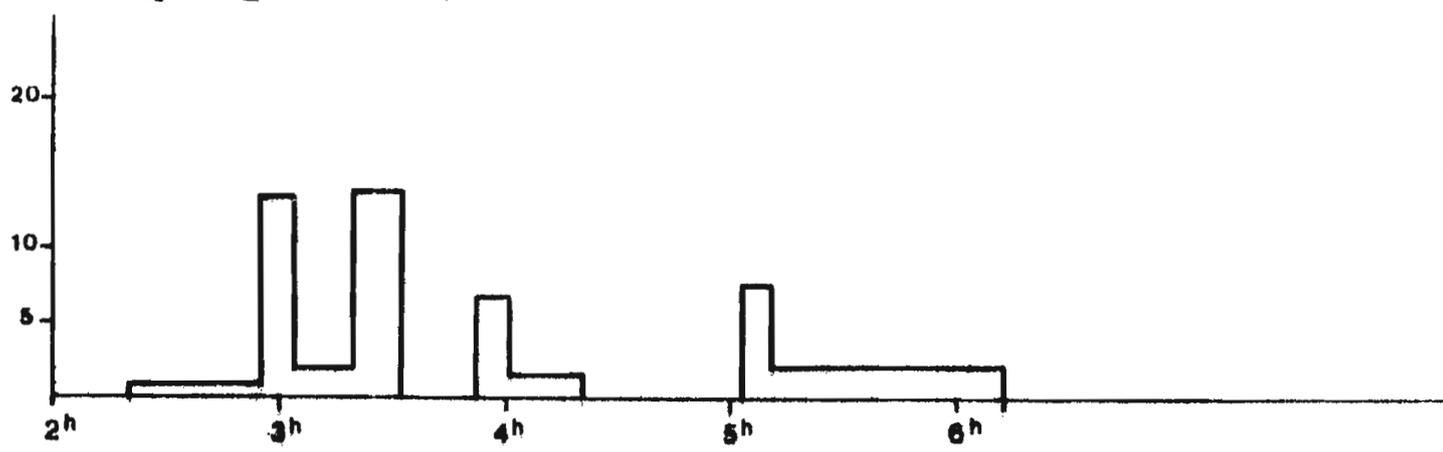
CORPS DE L'AVERSE DU 26 Sept. 1978 à FAJA de CIMA



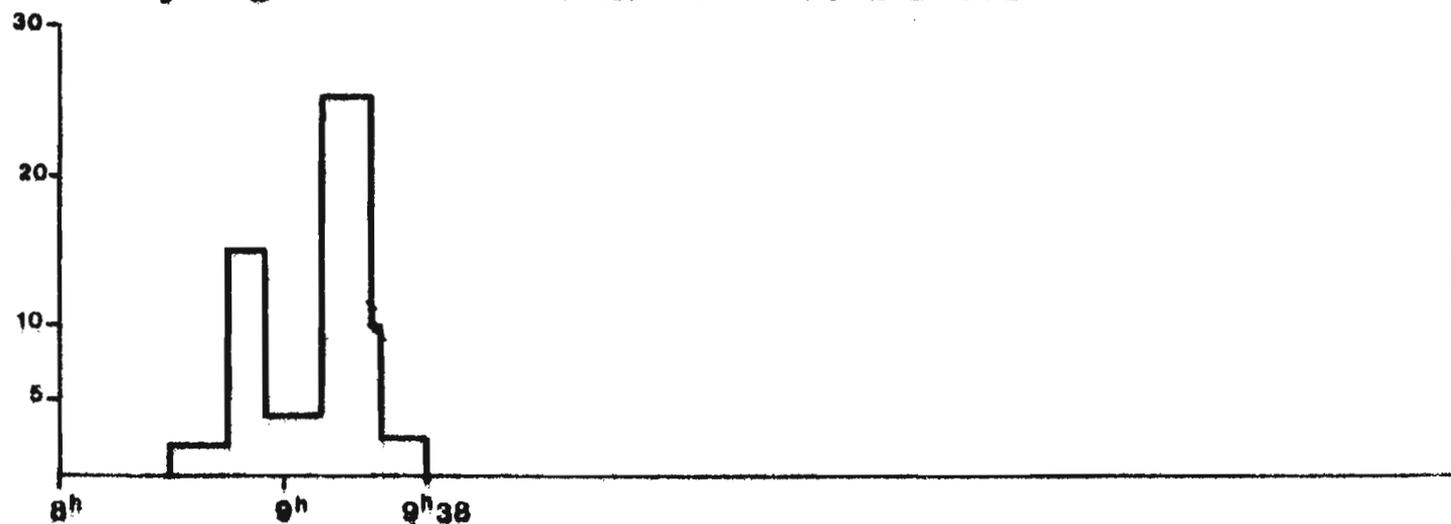


PRINCIPALES AVERSES ENREGISTRÉES A LA STATION DE FAJA DE CIMA au cours du mois d'octobre 78

Hyétogramme de l'averse du 15 octobre 1978



Hyétogramme de l'averse du 16 octobre 1978



culée du pont.

Le 0 de l'échelle, en l'absence de borne de référence, a été rattaché à la limite inférieure du tablier du pont ;

- un limnigraphe OTT X₂, rotation en 32 heures, réduction du dixième, a été installé à côté de l'échelle ;
- pour les jaugeages, étaient prévus une cyclopotence et un moulinet NEYRFLUX porté par un saumon de 45 kg.

b) Les mesures

Etant donné la rapidité de passage de la crue du 26 septembre au soir, il n'a pu être procédé qu'à quelques mesures de débit en décrue, et au flotteur, alors que le limnigraphe était colmaté dès le début de la montée par des transports solides très importants.

Jaugeages	1	2	3
H m	0,60	0,40	0,30
Q m ³ /s	8,1	4	1,6
V	2,8	2,4	1,50

c) Etude de la crue

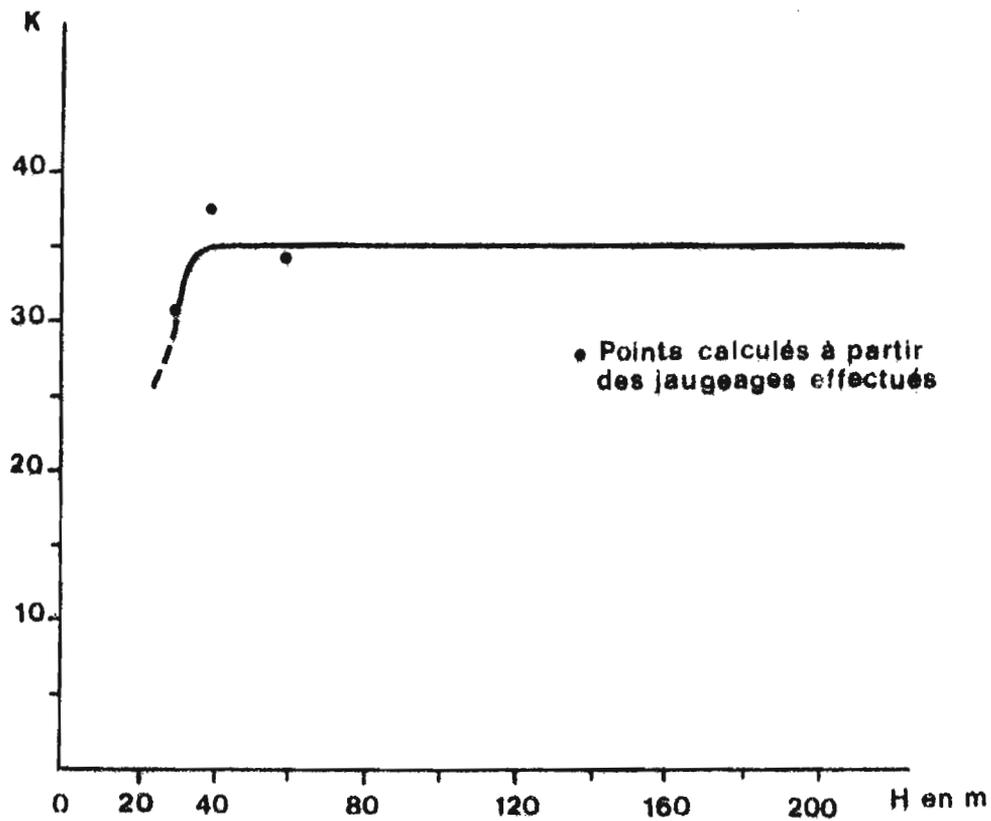
Néanmoins, à partir de ces résultats fragmentaires et du limnigramme reconstitué, il est permis d'estimer l'écoulement global, grâce à la formule de MANNING-STRICKLER :

$$U = KR^{2/3} I^{1/2}$$

où U = vitesse moyenne dans la section en m/s (assimilée à la vitesse en surface),

K = coefficient de MANNING-STRICKLER estimé en fonction de la hauteur à l'échelle H. Grâce aux 3 jaugeages effectués, il est permis d'estimer le palier des valeurs de $K = f(H)$; $K = \frac{U}{R^{2/3} I^{1/2}}$ (graph. 9),

Estimation de l'évolution du coefficient K en fonction
de la hauteur à l'échelle à la station de Villa de R.B.



R = rayon hydraulique en m \simeq profondeur moyenne,
 et I = la pente de la ligne d'eau a été déterminée à partir
 du profil en long établi après la crue de part et
 d'autre du pont sur 90 m. I = 0,0224.

Remarque : Le passage de la crue ayant sensiblement (fig. 11)
 modifié le profil en travers, le relevé effectué après
 l'écoulement doit être considéré comme le plus repré-
 sentatif de la section au moment de la pointe de crue.

Ainsi, ont pu être reconstitués :

- l'hydrogramme de la crue (graph. 10),
- la courbe de tarage (graph. 11).

Tableau des caractéristiques de l'écoulement à la station :

H = hauteur à l'échelle en cm
 S = section mouillée en m²
 R = profondeur moyenne en m
 V = vitesse moyenne dans la section en m/s
 Q = débit en m³/s.

VILA

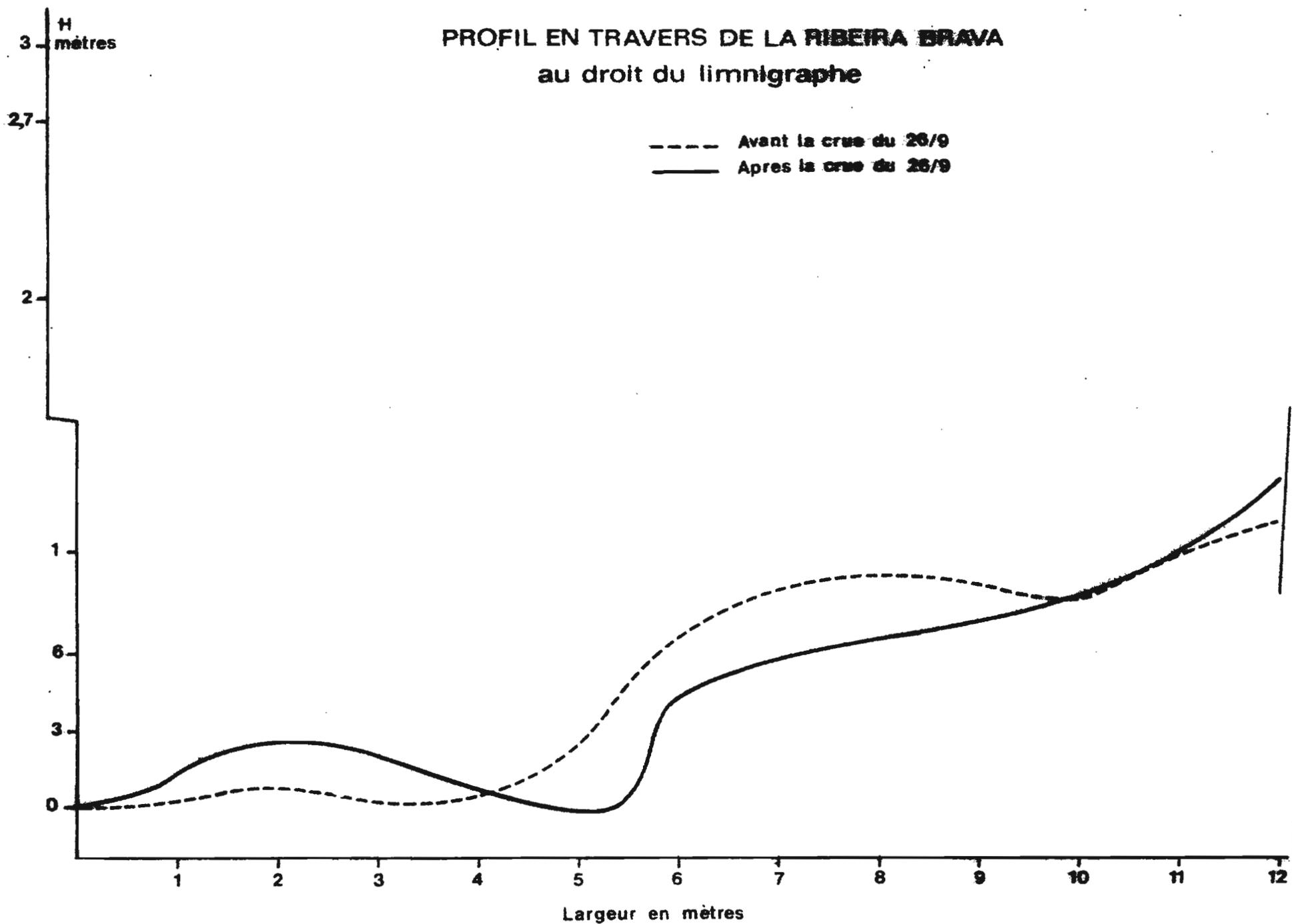
Temps	H	S	R	V	Q
17 H 15	13	0,3	0,097	0,71	0,213
17 H 30	10	0,43	0,12	0,83	0,35
17 H 35	20	0,56	0,14	0,97	0,54
17 H 38	20	0,95	0,165	1,30	1,23
17 H 52	220	21,2	1,71	7,49	158,8
18 H 00	\simeq 270	28,1	2,25	8,99	252,6
18 H 20	250	24,9	1,99	8,29	206,5
18 H 40	220	21,2	1,71	7,49	158,8
18 H 55	190	18	1,46	6,73	121,2
19 H 10	160	13,9	1,13	5,68	79
19 H 25	135	10,8	0,90	4,88	52,7
19 H 40	110	7,84	0,69	4,08	32
19 H 55	85	5,02	0,50	3,30	16,6
20 H 10	60	2,95	0,41	2,92	8,61
20 H 22	45	1,92	0,32	2,45	4,71
20 H 32	30	1,05	0,182	1,48	1,55
20 H 40	22	0,61	0,145	1,03	0,63
20 H 50	13	0,3	0,097	0,71	0,213
21 H	6	0,1	0,046	0,42	0,042

---(jaugeage : 8,1)

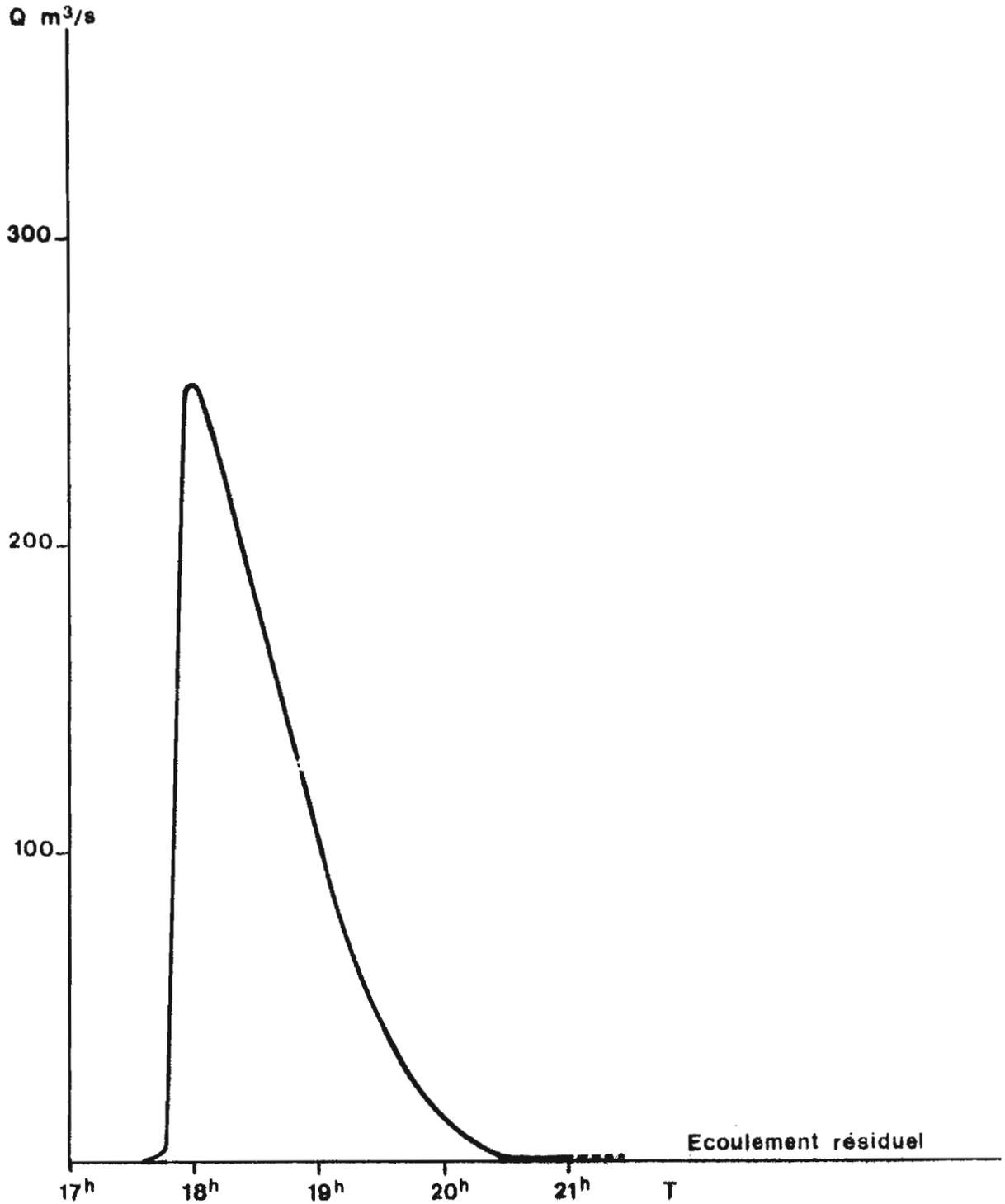
---(jaugeage : 1,60)

PROFIL EN TRAVERS DE LA RIBEIRA BRAVA au droit du limnigraphe

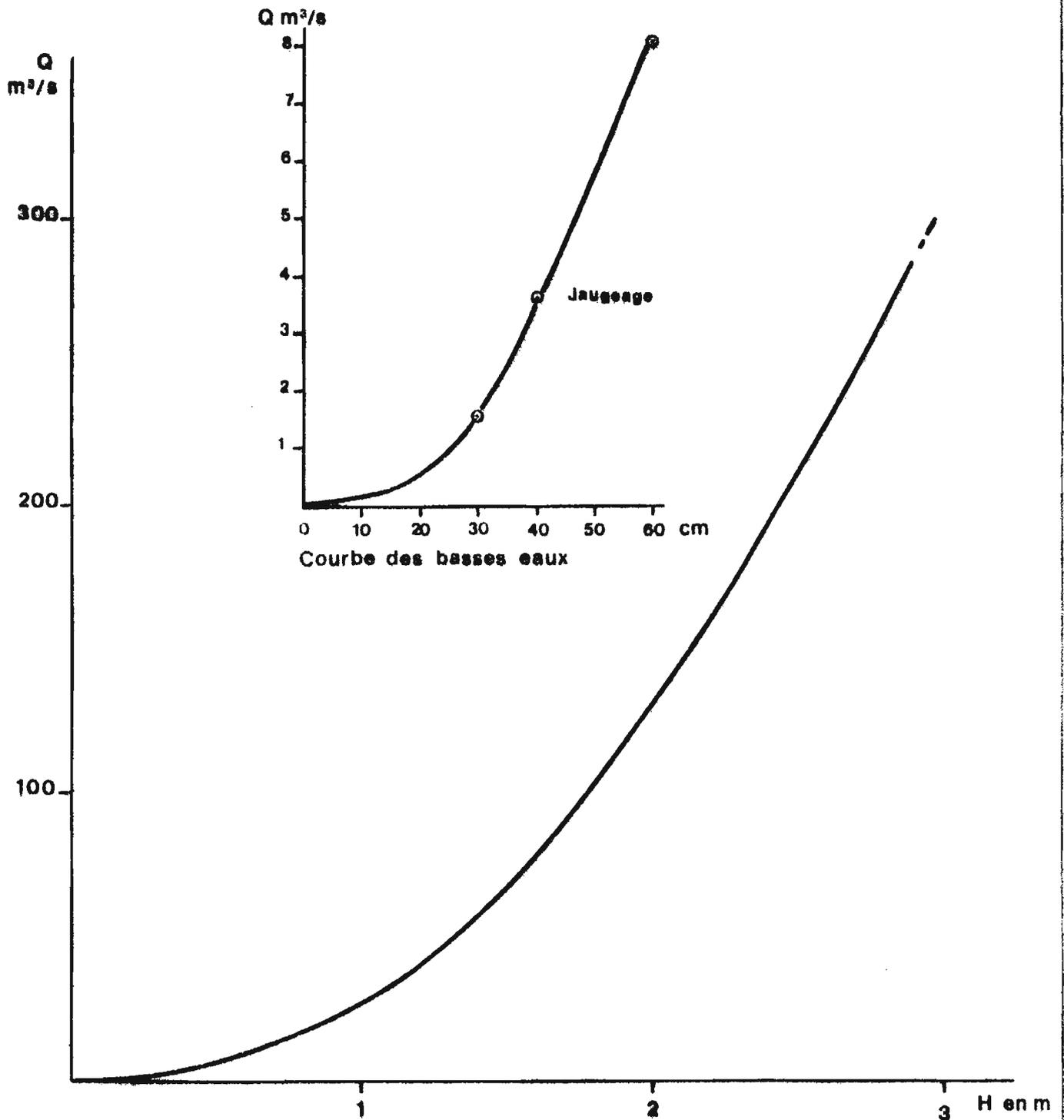
--- Avant la crue du 26/9
— Apres la crue du 26/9



HYDROGRAMME DE LA CRUE DU 26 Septembre sur la RIBEIRA BRAVA



COURBE DE TARAGE DE LA Station de VILA DE RIBEIRA BRAVA



2. Sur le bassin de la RIBEIRA GRANDE, la station a été installée à ESTANCIA BRAS à 80 m en aval du radier de la route :

- longitude : $24^{\circ} 19' 30''$ W,
- latitude : $16^{\circ} 40'$ N,
- altitude ± 33 m.

a) Elle comprend :

- une échelle limnimétrique de 3 éléments,
- un limnigraphe OTT X réduction 1/10e, 1 rotation en 32 h,
- un transporteur aérien léger, de 30 m de portée, véhiculant un moulinet NEYRFLUX adapté à un saumon de 45 kg.

Remarque : Au niveau de la station, le lit de la RIBEIRA est enroché et la section a l'allure d'un canal approximativement rectiligne, de profil rectangulaire à parois assez lisses. En l'absence de prise de vitesse, ce profil a néanmoins permis d'estimer sans trop de risque le coefficient de MANNING-STRICKLER à 50.

b) Les mesures

Compte tenu des conditions particulières de la crue (la seule voie d'accès à la station a été coupée pendant 5 jours), seuls le relevé limnigraphique, l'observation des délaissés de crue et les témoignages des indigènes permettent une estimation du phénomène et sa reconstitution.

Comme pour la station de VILA de RIBEIRA BRAVA, il a été procédé avant et après le passage de la crue à la détermination des profils en travers et en long (fig. 12)

c) Etude de la crue

De la même manière que précédemment, la reconstitution de la crue s'est effectuée grâce à l'emploi de la formule de MANNING-STRICKLER pour laquelle :

$$K = 50$$

$$I = 0,0428.$$

PROFIL EN TRAVERS DE LA RIBEIRA GRANDE au droit du téléphérique

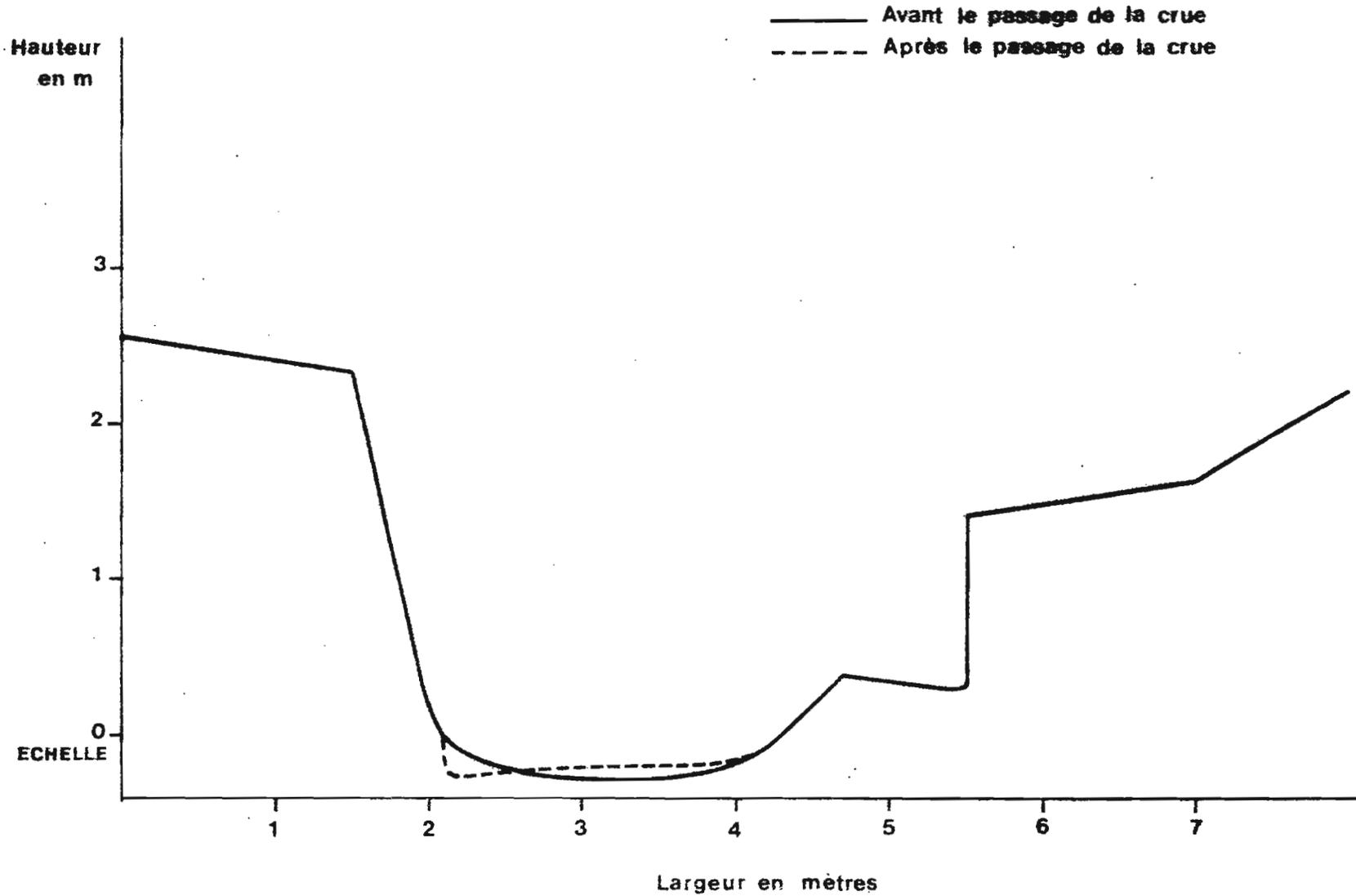


Fig. 12

Le passage de la crue a légèrement modifié le profil en travers (fig. 13) plutôt dans le sens d'un remblaiement sous la forme d'éléments très grossiers (galets...) repris en amont, dans le lit, par la violence du flot.

Pour l'analyse de la crue, nous tiendrons compte de ce dernier profil.

Le tableau ci-dessous présente les caractéristiques de l'écoulement à la station. Le limnigramme est reproduit par le graphique 12. L'hydrogramme de la crue est représenté par le graphique 13, la courbe de tarage de la station, par le graphique 14.

FAJA

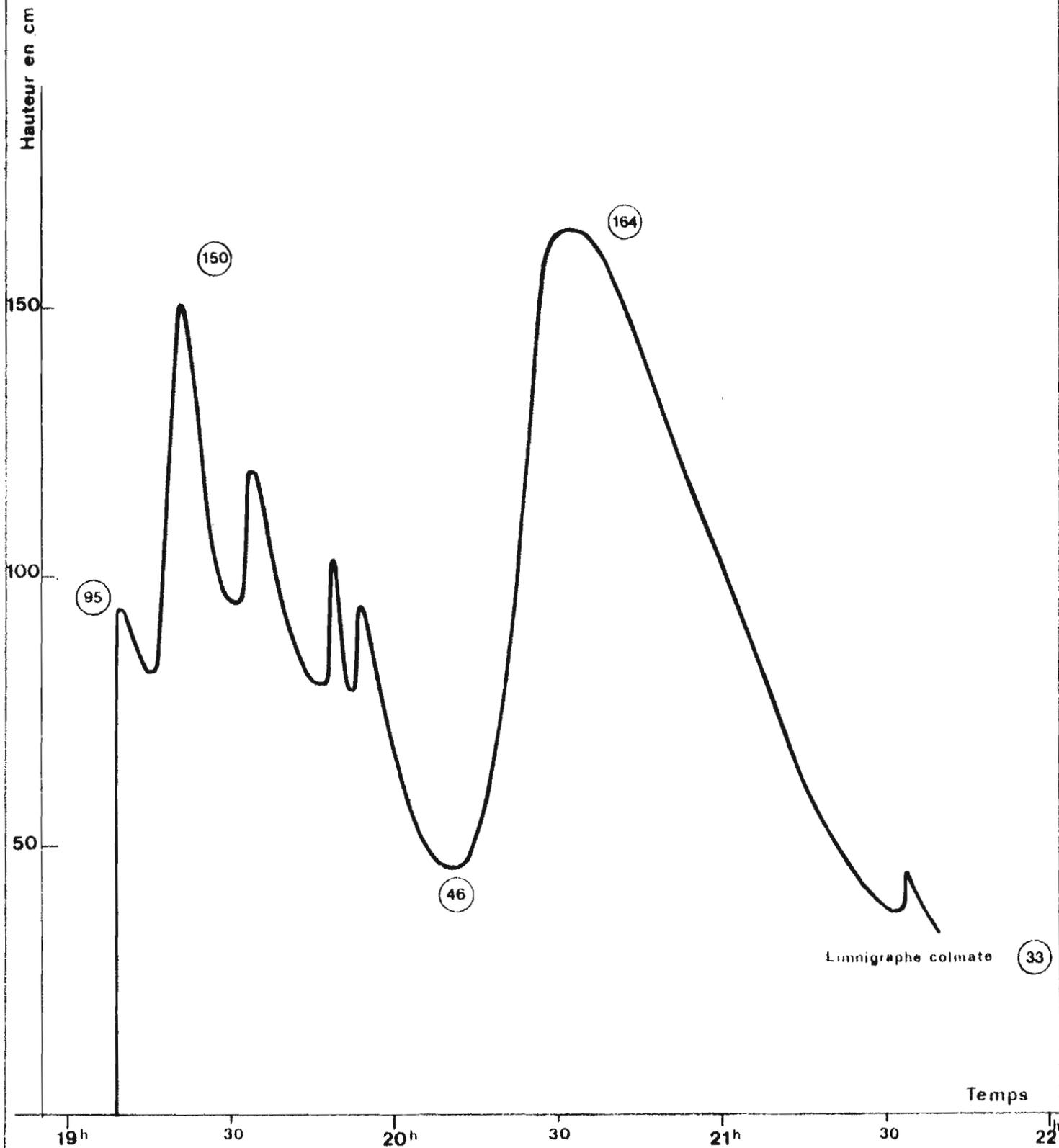
Heure	H	S	R	V	Q
19 H	0				
19 H 09	0				
19 H 09	95	3,52	0,95	10,00	35,2
19 H 15	77,5	2,88	0,79	8,83	25,4
19 H 21	156	5,97	1,24	11,94	71,28
19 H 32	95	3,52	0,95	10,00	35,2
19 H 34	120	4,51	1,20	11,68	52,7
19 H 47	80	3,12	0,86	9,36	29,20
19 H 49	103	3,81	1,02	10,48	39,9
19 H 52	78	2,93	0,79	8,80	25,8
19 H 54	95	3,52	0,95	10,00	35,2
20 H 11	46	1,61	0,45	6,08	9,8
20 H 35	164	6,91	1,29	12,26	84,7
21 H 33	38	1,44	0,42	5,80	8,35
21 H 40	34	1,17	0,39	5,53	6,5

3. Réflexions sur les résultats hydrométriques

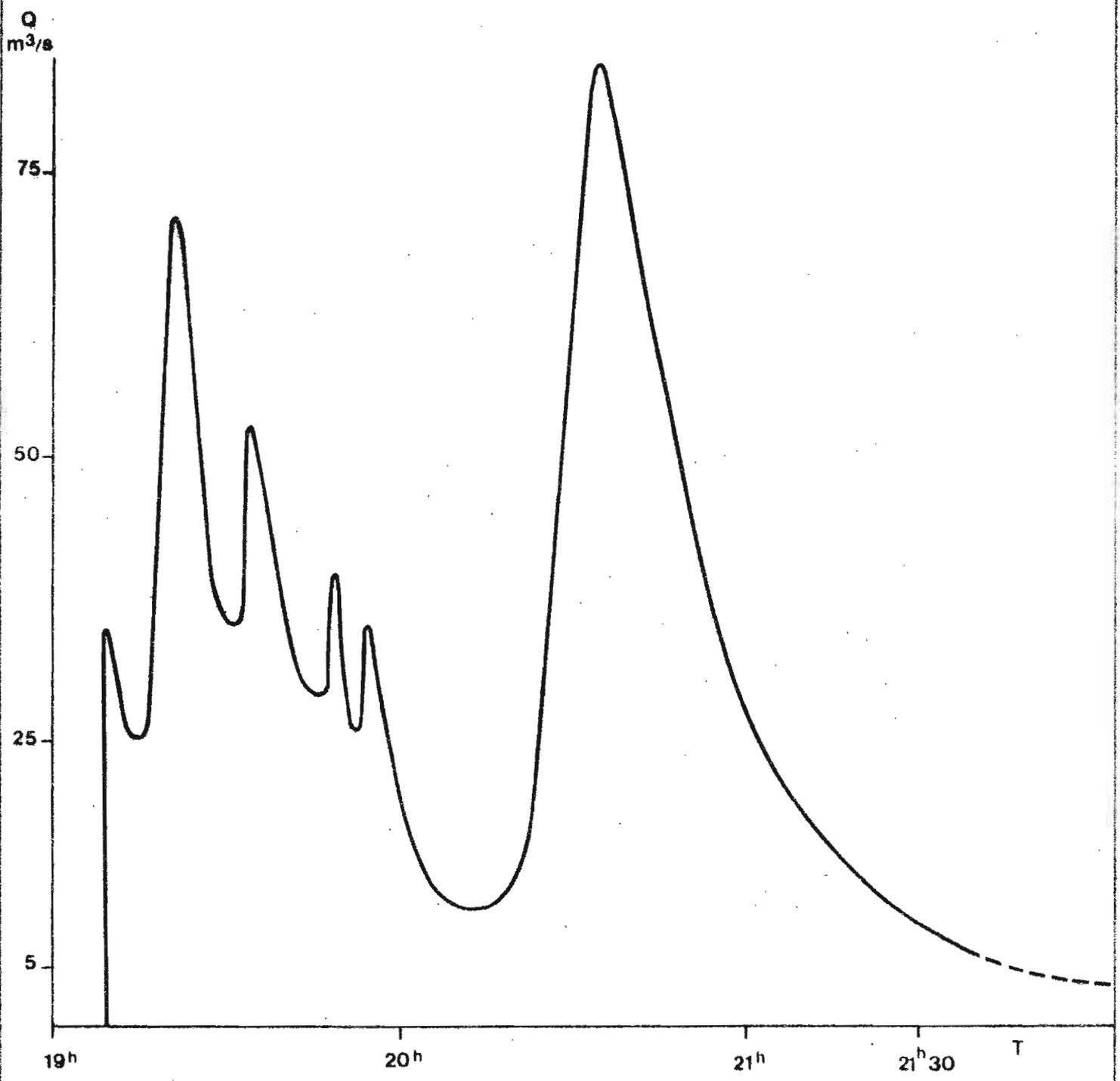
a) En l'absence d'observation antérieure et de pluviographe sur le B.V. de la RIBEIRA BRAVA, il est difficile de dire si l'hydrogramme de la crue du 26 septembre est unitaire. Nous n'avons pas d'indication sur l'intensité de la pluie. Mais grâce à l'observation d'une petite crue (H = 23 cm) survenue le 27 septembre, nous pouvons mieux cerner les caractéristiques de l'écoulement sur ce bassin.

Depuis la veille, la RIBEIRA écoulait quelques l/s et les sols étaient toujours saturés en raison d'averses fréquentes.

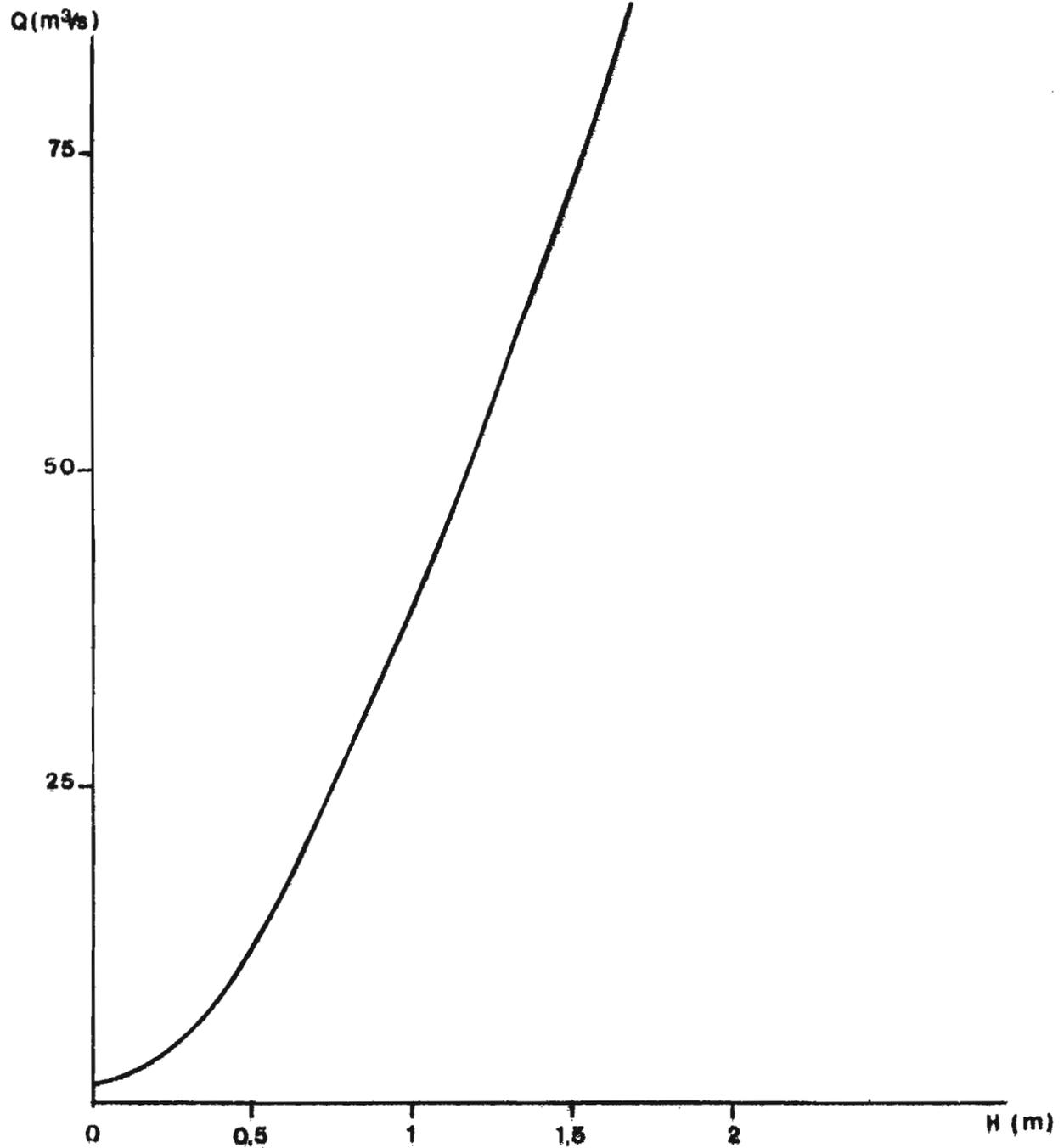
REPRODUCTION DU LIMNIGRAMME DE LA CRUE DU 26 Sept 1978
DE LA RIBEIRA GRANDE



HYDROGRAMME DE LA CRUE du 26 Septembre sur la RIBEIRA GRANDE



COURBE DE TARAGE DE LA Station d'ESTANCIA BRAS



- 15 H 20 : début d'une averse aussi violente que brutale.
- 15 H 35 : fin de l'averse.
- 15 H 40 : début de l'écoulement.
- 15 H 52 : $H_{\max} = 0,23 \text{ m} \longrightarrow Q = 0,7 \text{ m}^3/\text{s}$ (jaugeage).
- 15 H 55 : décrue amorcée.
- 17 H : $H = 0,02 \text{ m}$, fin de la crue.

Ainsi, pour cet hydrogramme probablement unitaire, peut-on estimer certains traits caractéristiques :

- Temps de réponse : 12 à 13 minutes,
- Temps de montée : 12 minutes,
- Temps de concentration (la totalité de la pluie étant considérée comme efficace) : 1 H 40,
- Temps de base : 1 H 20.

Sur l'hydrogramme de la crue du 26, parmi les caractéristiques discernables, on retrouve :

- un temps de montée (20 mn),
- et un temps de base (2 H 45 mn) courts.

La pluie moyenne sur le bassin de la RIBEIRA BRAVA pour les 26 et 27 septembre étant de 240 mm, on peut estimer à 1,6 millions de m³ la quantité d'eau tombée sur le bassin. L'hydrogramme indique que 1 million de m³ ont été écoulés. Le coefficient de ruissellement (K_r) est donc de 62,5 % .

- b) Sur le bassin de la RIBEIRA GRANDE, à la différence du B.V. de la RIBEIRA BRAVA, la crue est provoquée par une pluie de forte intensité non homogène, ni dans le temps ni dans l'espace. Mais comme pour ce bassin, elle survient sur des sols saturés par les pluies préliminaires de la journée (graph. 7).

Ainsi, l'observation comparée de l'hydrogramme et du hétérogramme correspondant permet d'estimer certains caractères de la crue :

- Temps de réponse respectivement pour les 2 pointes les plus importantes de l'hydrogramme : 1°) 41 mn, 2°) 44 mn ;

- Temps de montée respectivement : 1°) 21 mn,
2°) 23 mn ;
- Temps de concentration pour la 2ème pointe seulement :
environ 1 H 15 minutes.

La pluie moyenne sur le bassin correspondant à l'averse ayant provoqué la crue peut-être estimée à 70 mm. Elle représente donc un volume de 770 000 m³.

L'hydrogramme nous permet lui d'estimer à environ 340 000 m³, compte tenu d'une traîne d'écoulement de 70 000 m³, le volume ruisselé. Le coefficient de ruissellement (Kr) serait donc de 44 % .

Ce résultat paraît faible comparé à celui recueilli à VILA de RIBEIRA BRAVA et malgré, sans doute, l'importance moins grande des fortes intensités de pluie survenues sur le bassin, malgré la perméabilité plus grande des sols et l'étendue supérieure du bassin.

Il conviendrait de pouvoir vérifier, à l'occasion d'un écoulement, par quelques prises de vitesse, les valeurs réelles du coefficient de MANNING-STRICKLER pour cette station.

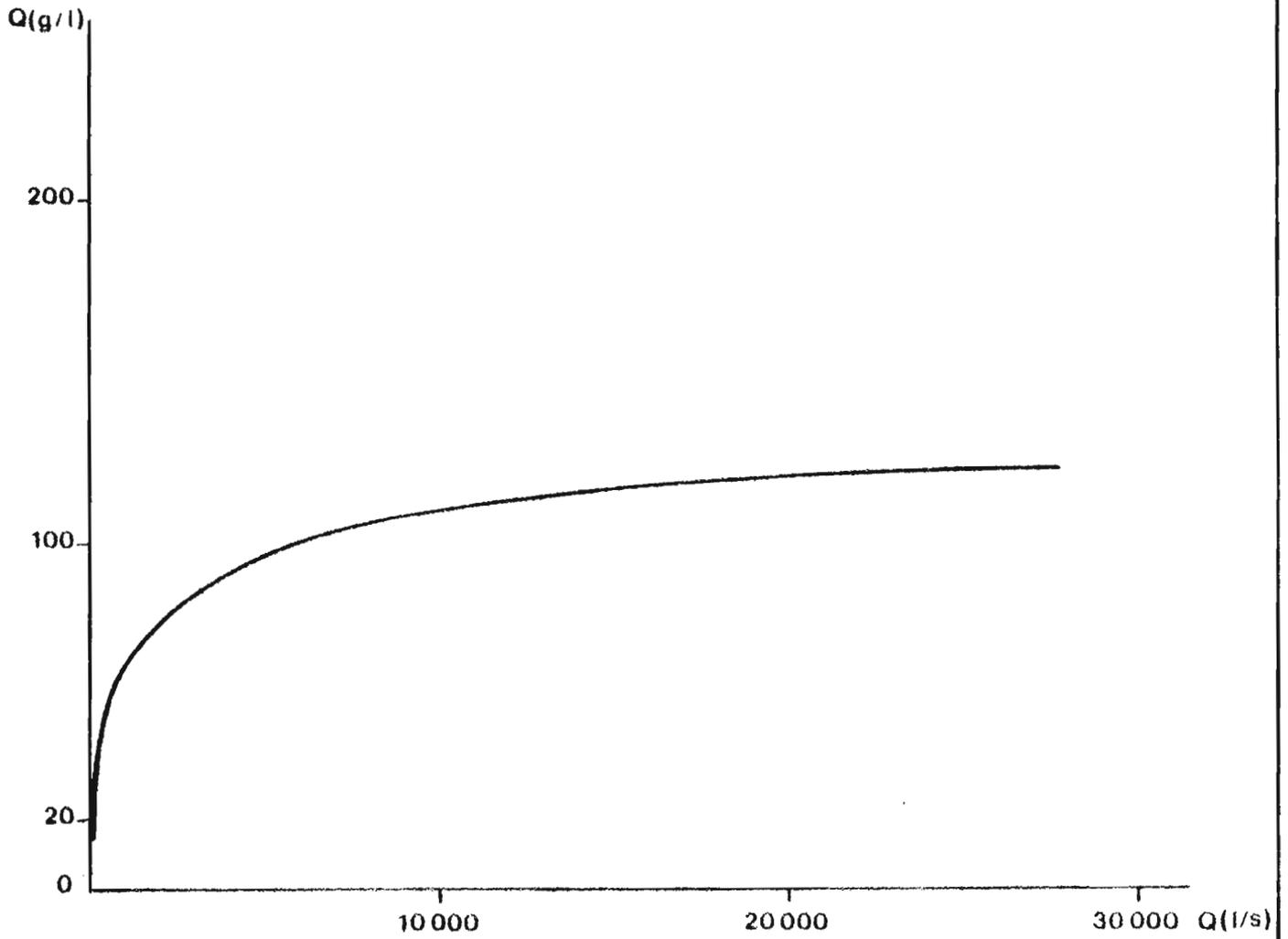
3. LES TRANSPORTS SOLIDES

Le contrôle n'en fut malheureusement réalisé qu'en décrue, pour les mêmes raisons que précédemment.

Débit Q en l/s	Débit solide Qs en g/l
15	15
15	78 ?
500	64
800	51
27 000	123

Le transport des éléments fins en suspension provenant du "wash-load" apparaît considérable pour les débits enregistrés (graph. 15) au moment des prélèvements et ce malgré l'importance

Transports solides à la station de Vila de R. BRAVA



des ouvrages antiérosifs réalisés sur l'ensemble du B.V. (fig. 3).

Bien qu'aucun moyen ne fut à notre disposition pour évaluer les transports de fond (bed-load), au vue de la figure 13 on peut constater qu'ils ont été eux aussi très importants.

Après la crue du 26, une coupe avec prélèvement a été réalisée au niveau de la RIBEIRA JUAN dans un remblaiement survenu à la faveur d'une diminution locale sensible de la pente provoquée par un ouvrage de retenue (fig. 14). Les éléments de ce remblaiement paraissent représentatifs de ceux ayant provoqué l'atterrissement des digues avoisinantes.

Éléments fins, éléments grossiers sont répartis comme suit :

horizons distinctifs	code	% éléments > à 2 mm	% éléments < à 2 mm
28 à 24	K ₁	25,6	74,4
24 à 13	K ₂	76,4	23,6
13 à 5	K ₃	90,3	9,7
5 à surface	K ₄	90,3	9,7

Les nombreux ouvrages de retenue barrant le lit des ribeiras n'apparaissent donc bien efficaces que pour les matériaux grossiers issus du "bed-load" dont l'accumulation locale est susceptible de constituer des secteurs d'infiltration préférentiels lors des écoulements.

Une étude des éléments fins (< 2 mm) a permis de définir la texture fine de chaque horizon.

Le tableau ci-dessous présente les résultats de cette étude (pourcentage établi sur les poids des éléments constitutifs).

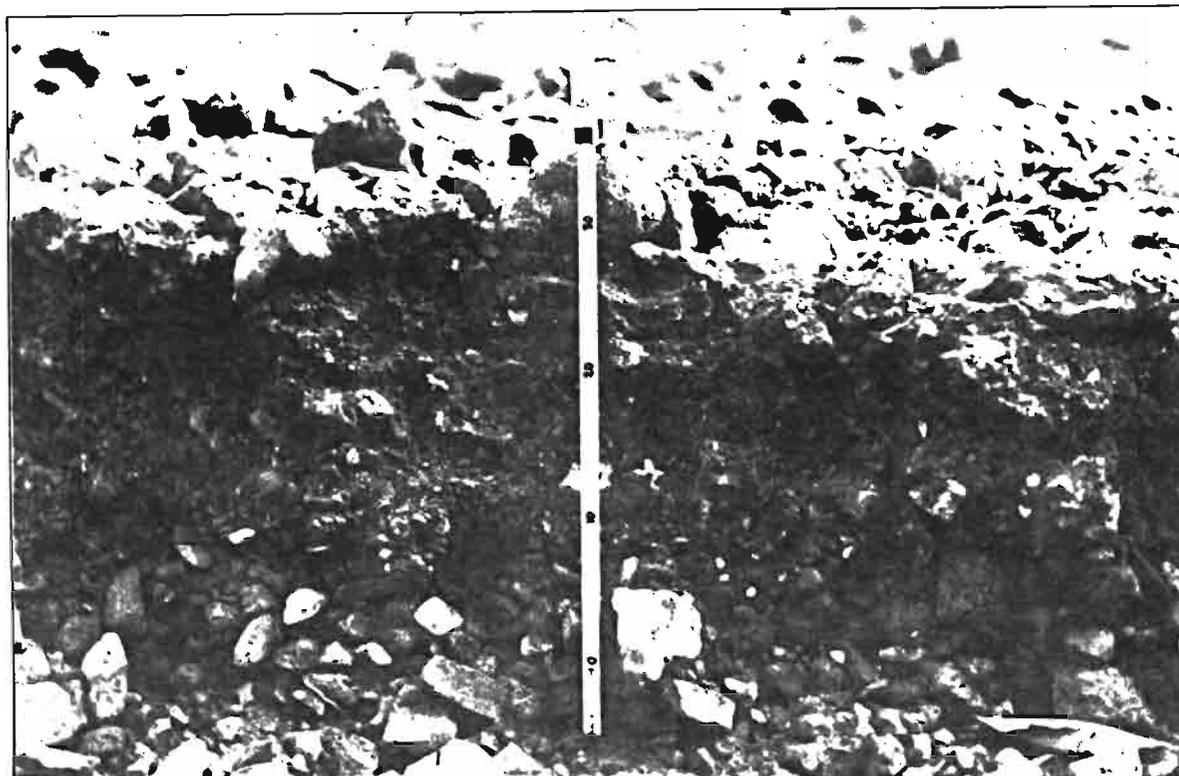


Fig. 14_Coupe d'un remblaiement réalisée à Ribeira Juan après la crue du 26/9/78

horizons	% argiles 0 à 2 microns	% limons 2 à 20 mic.	% limons grossiers 20 à 50 mic.	% sable fin 50 à 200 mic.	% sable grossier 200 mic. à 2 mm	% eau	% matière organique	Total
K ₁	13,4	7,4	0,1	21,5	49,1	6,2	0,7	98,4
K ₂	6,5	3,9	0,6	7,0	79,9	-	0,3	98,2
K ₃	14,5	9,0	2,0	13,2	58,0	4,7	0,7	102,1
K ₄	7,3	5,0	1,1	18,1	63,5	4,1	0,4	100,0

La tendance structurale est représentée par le graphique 16 (après élimination de l'eau et de la matière organique et extension jusqu'à 100 %).

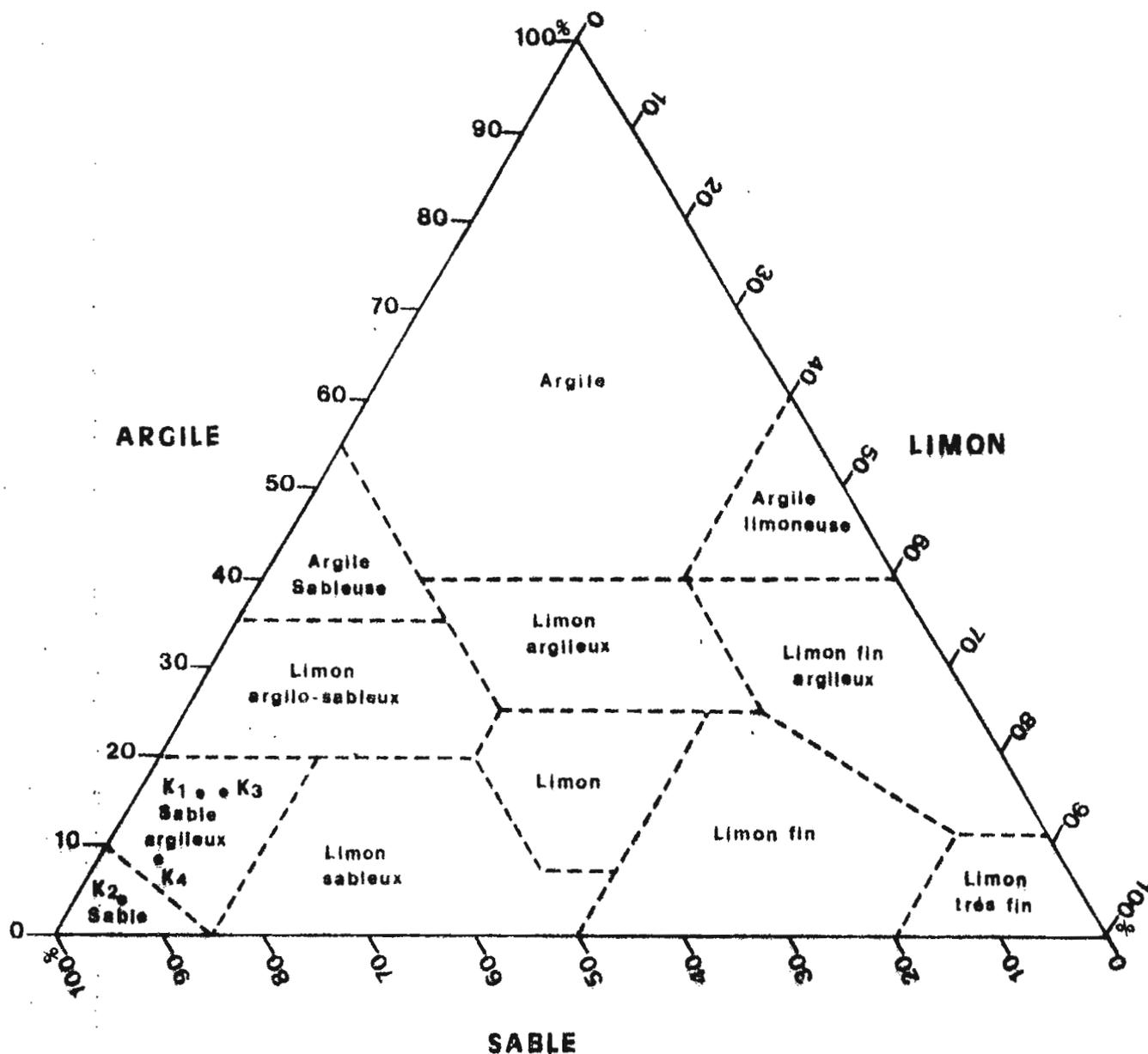
A partir de ces prélèvements, a aussi été réalisée une étude des minéraux lourds visant à déterminer avec l'appui de la carte géologique les secteurs du bassin versant les plus exposés au "wash-load".

L'étude des échantillons K1 à K4 prélevés à RIBEIRA JUAN (voir photo) a porté sur les fractions 0,05 à 0,2 mm et 0,2 à 0,5 mm, soit sur plus de 50 % de la fraction fine à l'exception de l'échantillon K2 où la fraction 0,5 à 2 mm revêt une certaine importance.

Le protocole d'analyse utilisé au laboratoire de Géologie de DAKAR est classique [1] [2] : 2 séparations aux liqueurs denses (Bromoforme pour la coupure à densité 2,9, Diodométhane pour la coupure à densité 3,3), séparation magnétique à l'aimant puis au séparateur isodynamique FRANTZ à 0,2, 0,3, 0,4, 0,5, 0,6, 0,8 et 1 Ampère, examen à la loupe binoculaire et au microscope polarisant.

Les résultats présentés ici sont qualitatifs, l'abondance croissante d'un minéral étant notée + à ++++.

RÉPARTITION GRANULOMETRIQUE des Eléments fins du prélèvement de RIBEIRA JUAN



Minéraux	Echantillons			
	K1	K2	K3	K4
Augite	+++	+++	++	+++
Biotite			++	++
Chlorite	+++	+++	+++	+++
Hornblende Basatique	++			++
Inclusions (magnétite, zircons,...)	+++	+++	+++	+++
Olivine	+			++

Remarques :

- 1) La surabondance d'inclusions très magnétiques modifie considérablement la susceptibilité du minéral hôte et restreint ainsi l'aide du séparateur FRANTZ au niveau des déterminations.
- 2) Les pyroxènes sont, de loin, les minéraux les plus fréquents : il s'agit surtout d'Augite.
- 3) L'altération est très avancée en particulier dans la fraction 0,05 à 0,2 mm : ouralitisation des pyroxènes (K2), chloritisation généralisée et dans le cas de l'Olivine l'altération en iddingsite se fait toujours de la même façon, déjà décrite par ailleurs [3], à savoir des cristaux recouverts d'iddingsite fibreuse, elle-même bordée d'une zone périphérique d'Olivine non altérée.
- 4) La Hornblende, quand elle est présente, n'est pas altérée ; sa présence en K1 et K4 pourrait-elle être liée à de fortes crues ?
- 5) Un examen au diffractomètre de Rayons X a permis de déceler la présence d'un intermédiaire entre Diopside et Hôdenbergite ; le problème est de savoir si ce minéral provient d'enclaves de péridotites dans la série intermédiaire (amont du bassin) ou du complexe éruptif interne ancien (fig. 6) ?
- 6) Aucun minéral pouvant provenir des pitons de phonolite n'a été rencontré.

- Perspectives :
- 1) La seule esquisse géologique disponible [4] ne contient pas d'analyse pétrographique ; la mission 1979 effectuera un échantillonnage de toutes les formations géologiques du bassin qui permettra de déterminer la formation riche en Augite, celle plutôt riche en Hornblende et d'apprécier le degré d'altération au niveau de chacune de ces formations.
 - 2) Un examen complémentaire de la fraction supérieure à 0,5 mm (surtout dans le cas de K2) suivra ; dans le même temps un comptage des minéraux sur chacune des fractions permettra un bilan quantitatif, l'objectif étant de dresser un bilan sommaire qui devrait permettre d'établir une échelle d'érodibilité relative des différentes formations.

-
- [1] PARENNOFF A. - 1967 - Aperçu sur les méthodes d'étude des concentrés alluvionnaires au laboratoire des alluvions du B.R.G.M. - Bull. BRGM, 2, pp. 3-38.
 - [2] PARENNOFF A., POMEROL C., TOURENQ J. - 1970 - Les minéraux en grains, méthodes d'étude et détermination - Ed. MASSON, 578 p.
 - [3] EDWARDS A. B. - 1938 - The formation of iddingsite - Amer. Mineralogist, vol. 23, p. 277.
 - [4] Rapport BURGEAP - R - 140 - Novembre 1974.

CONCLUSION

La campagne 1978, en raison de la rapidité de passage du phénomène et de la difficulté d'exploiter le matériel dont nous disposons dans ces conditions, apporte des résultats qui demandent à être vérifiés et complétés au cours de la campagne 1979 :

- Au niveau pluviométrique :
 - grâce à l'installation d'un pluviographe sur le bassin versant de la RIBEIRA BRAVA (indispensable à l'étude fine de la relation pluie/débit) ;
 - grâce à la disposition prochaine d'un fichier opérationnel devant permettre une étude statistique des précipitations sur les 2 bassins versants,
- Au niveau météorologique, les observations recueillies grâce au solarimètre permettront d'effectuer les calculs d'ETP nécessaires aux études de mise en valeur hydro-agricole. (Les autorités cap-verdiennes pensent installer un lysimètre à mesure volumétrique à la station de FAJA de CIMA et un drosomètre au MOIHE GORDO.)
- Au niveau hydrologique, il conviendra de mettre en place à VILA de RIBEIRA BRAVA une station de jaugeage au flotteur et de vérifier à l'occasion d'une crue l'extrapolation des courbes de tarage établies cette année pour les 2 bassins versants à partir de quelques prises de vitesse et de formules d'écoulement.
- Au niveau des transports solides, les mesures effectuées en décrue le 26 septembre demandent elles aussi à être complétées.

Enfin il serait souhaitable qu'un Service hydrométéorologique soit créé aux îles du CAP-VERT afin de poursuivre, par l'exploitation ultérieure des stations, les observations réalisées au cours des 2 campagnes 1978 et 1979.

BIBLIOGRAPHIE GÉNÉRALE

- BURGEAP - Juillet 1978 - Etude hydrogéologique des îles du CAP-VERT.
- CARLIER - 1972 - Hydraulique Générale et Appliquée. Eyrolles, PARIS.
- CILSS-UNSO - 1976 - "Inventaire des points d'eau et des barrages" à SAO-NICOLAU.
- Conseiller Commercial de l'Ambassade de FRANCE à DAKAR - 1976 -
Rapport sur SAO-NICOLAU.
- J. PARE - 1978 - Rapport de la Mission GERDAT.
- M. ROCHE - 1963 - Hydrologie de surface. ORSTOM et GAUTHIER - VILLARS,
PARIS.
- GOUJON (CTFT), LE GOUPIL (IRAT), ROCHE (ORSTOM) - 1977 - Rapport de la
Mission Exploratoire aux îles du CAP-VERT :
Le cas de SAO-NICOLAU.

O. R. S. T. O. M.

Direction générale :

24, rue Bayard, PARIS-8^e

Service Central de Documentation :

70-74, route d'Aulnay, 93140 BONDY

Centre O.R.S.T.O.M. de DAKAR.

B. P. 1386 DAKAR
