

**RAPPORTS DE MISSIONS
SCIENCES DE LA TERRE**

HYDROLOGIE

N° 3

1991

**Liaison Koné-Tiwaka
Evaluation des hauteurs
et des débits maximums de crue
Juin 1991**

**Joël DANLOUX
Vincent RULLET**

**Direction de l'Aménagement
Province Nord**

Document de travail

RAPPORTS DE MISSIONS
SCIENCES DE LA TERRE
HYDROLOGIE

N° 3

1991

Liaison Koné-Tiwaka
Evaluation des hauteurs
et des débits maximums de crue
Juin 1991

Joël DANLOUX
Vincent RULLET

Direction de l'Aménagement
Province Nord



L'INSTITUT FRANÇAIS DE RECHERCHE SCIENTIFIQUE
POUR LE DÉVELOPPEMENT EN COOPÉRATION

CENTRE DE NOUMÉA

AVERTISSEMENT

Dans le cadre de l'étude de la liaison KONE-TIWAKA, il a été demandé à la section hydrologie de l'ORSTOM-NOUMEA par lettre-commande en date du 27/02/1991,

- d'estimer dans un premier temps et à titre provisoire les débits de crue (périodes de retour 10, 20 et 50 ans) des rivières dont le franchissement était retenu entre KONE et BO-POPE,
- d'évaluer dans un second temps les niveaux d'eau de la OUAMENDIOU-TIWAKA en aval de certaines confluences, ainsi que d'estimer les débits de crue des 18 creeks et rivières à franchir.

Si les premiers résultats (niveaux d'inondation de la basse-TIWAKA entre les chutes et TIAOU) déduits des données anciennes, ont pu être établis sans trop de problème (note de Mars 1991), les mesures et observations réalisées de Février à Avril 1991, au cours d'une saison pluvieuse assez déficitaire (528 mm à KONE, 8ème valeur la plus sèche en 41 ans - P = 761 mm), sont à peine suffisants pour l'établissement des relations hauteurs-débits des stations pouvant être considérées comme stables en moyennes et hautes-eaux.

L'information historique étant le plus souvent limitée au relevé (TP, ORSTOM) des traces des dernières crues, l'aménagiste chargé de l'étude de ces franchissements et du choix du tracé se devra de tenir compte :

- de la faiblesse de ces informations et du risque de faire "encaisser" par un ouvrage la totalité des débits de crue ,
- qu'une partie non négligeable des débits de crue de la basse-TIWAKA transite dans son lit majeur (tracé routier dans le val d'inondation rive gauche).

I - LES DONNEES DE BASE SUR LA TIWAKA, LA POUEMBOUT ET LA KONE - RAPPEL :

L'analyse des séries de données des rivières TIWAKA (stations de TIAOU, POMBEI et de chute POMBEI) et POUEMBOUT a permis (note de première évaluation de Mars 1991) :

- de donner un ordre de grandeur des débits maximums des crues connues dans le secteur KONE-TIWAKA entre 1955 et 1990,
- et d'évaluer les débits maximums de la TIWAKA à TIAOU ($A = 344 \text{ Km}^2$) pour différentes périodes de retour.

Période de retour - Tans	2	5	10	20	50
Loi Log normale - $Q \text{ m}^3/\text{s}$	2270	3910	5100	6290	7930
Réévaluation en tenant compte de l'information historique				6100	7300

Pour la KONE, les données d'enquête obtenues au radier de PHADEL ($A = 152 \text{ Km}^2$) et à la tribu de BACO ayant montré (cf. note) que les débits maximums étaient extrêmement proches de ceux de la POUEMBOUT à la route de FORET-PLATE ($A = 176 \text{ Km}^2$), l'échantillon de crue POUEMBOUT 1970-90 a été adopté.

Comme pour la TIWAKA, les crues "historiques" relevées sur la POUEMBOUT (1947-48) et la KONE (1931-32) ont permis de "corriger" une information trop limitée (20 ans). La prise en compte (correction graphique de la meilleure loi ajustée) de la crue de 1947-48, considérée comme la plus importante en 42 ans, aboutit ainsi aux résultats suivants :

Période de retour - Tans	5	10	20	50	100
Loi Log normale - $Q \text{ m}^3/\text{s}$	670	1350	2400	4650	
Réévaluation en tenant compte de l'information historique			1850	2600	3400

La période de retour de la crue de 1931-32 signalée à BACO, serait d'environ 45 ans.

II - MODE D'EVALUATION DES HAUTEURS ET DES DEBITS

II.1 - Mesures et observations sur le terrain

De Février à Avril, les mesures directes (jaugeages au moulinet ou par flotteur, relevés des pentes des lignes d'eau) ont été relativement réduites en raison du manque de crues, mais fort heureusement complétées par des observations sur les sites (profils en travers, rattachements des laisses de crues antérieures) ainsi qu'à quelques stations de référence (postes pluviométriques du col de TANGO, de BOPOPE et de la chute de POMBEI, station limnimétrique de la chute de POMBEI).

II.2 - Etalonnages (Fig. 1)

Bien que la plupart des stations ne présentent guère d'instabilité physique (contrôles souvent rocheux et berges d'assez bonne tenue), seuls 9 des 18 sites à étudier pouvaient faire l'objet d'un étalonnage satisfaisant (univocité de la relation hauteur-débit), en raison des très fortes influences aval (TIWAKA-OUA MENDIOU, NEAMI et NOELI).

A part l'OUAE ANGA, où un étalonnage complet de moyennes eaux (jaugeages de 7 à 80 m³/s) a pu être établi et utilisé, ce sont les mesures de pente et les profils qui ont permis (formule de Manning-Strickler) l'évaluation des débits de très hautes eaux, après détermination du coefficient de rugosité ($15 < K_s < 20$).

II.3 - Hauteurs maximales et périodes de retour (Fig. 2)

Sur les sites directement influencés par de très fortes remontées du plan d'eau aval, on s'est efforcé de rechercher une relation entre les maximums de crue relevés à la station (plus hautes-eaux 1990-91, cyclone Gyan, cyclone Anne,..) et les maximums correspondants de la rivière principale (cas des rivières TIBOUABAN et ONDOU avec la TIWAKA à TIAOU).

	TIWAKA à TIAOU	TIBOUABAN Cote 5	ONDOU Cote 4
06/03/91	1,85		1,92
22/03/91	8,05	11,25	8,69
Gyan	13,05	19,73	
Alison	14,23	21,13	

II.4 - Relations pluies-débits (Fig. 3)

L'évaluation des débits des rivières fortement influencées par des remontées aval n'étant pas permise par les méthodes d'observations directes, tant au niveau des sites que plus en amont (problèmes d'accès, diminution rapide des superficies), un "modèle global" très simplifié de ruissellement a été utilisé pour quelques bassins après calage de certains épisodes

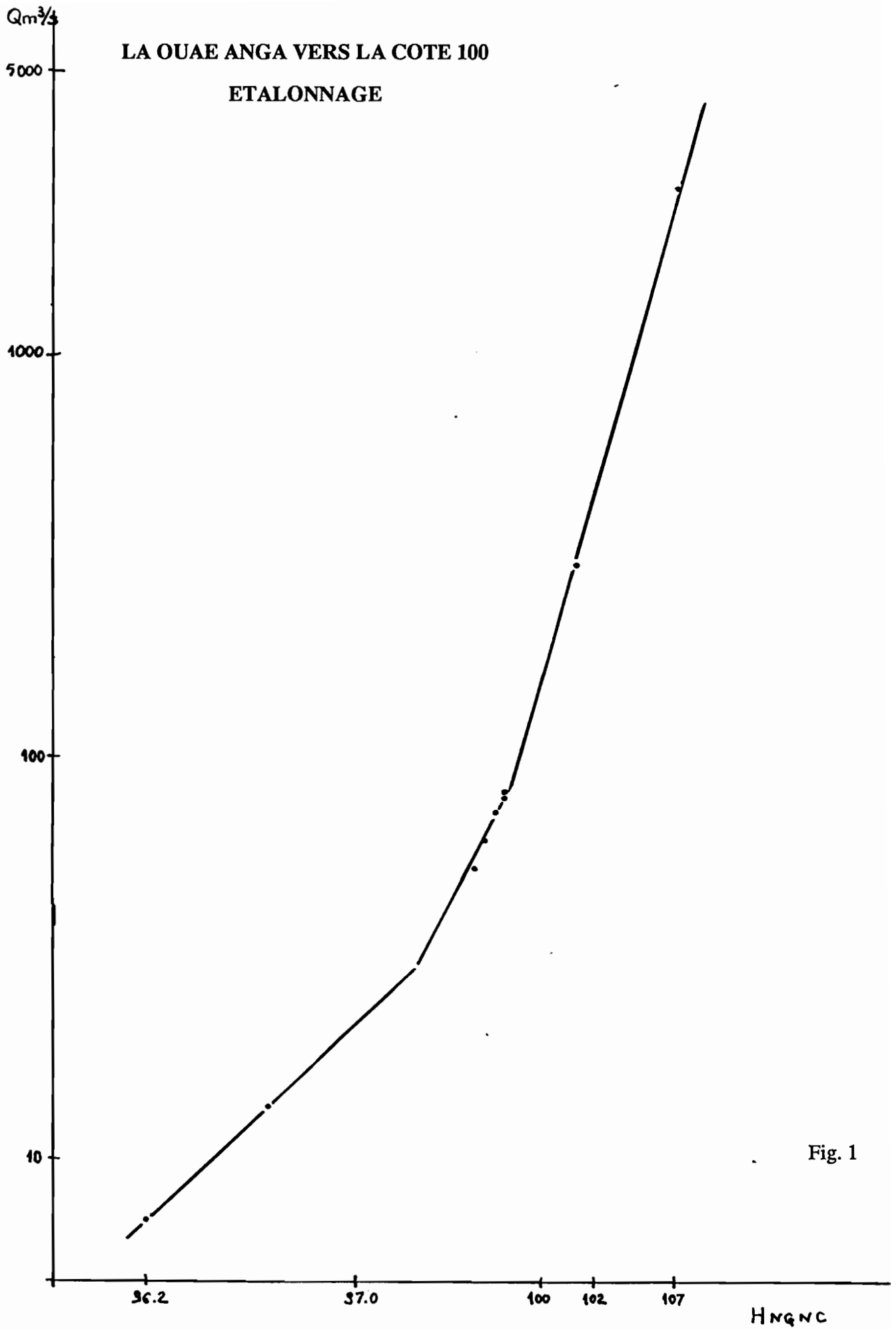
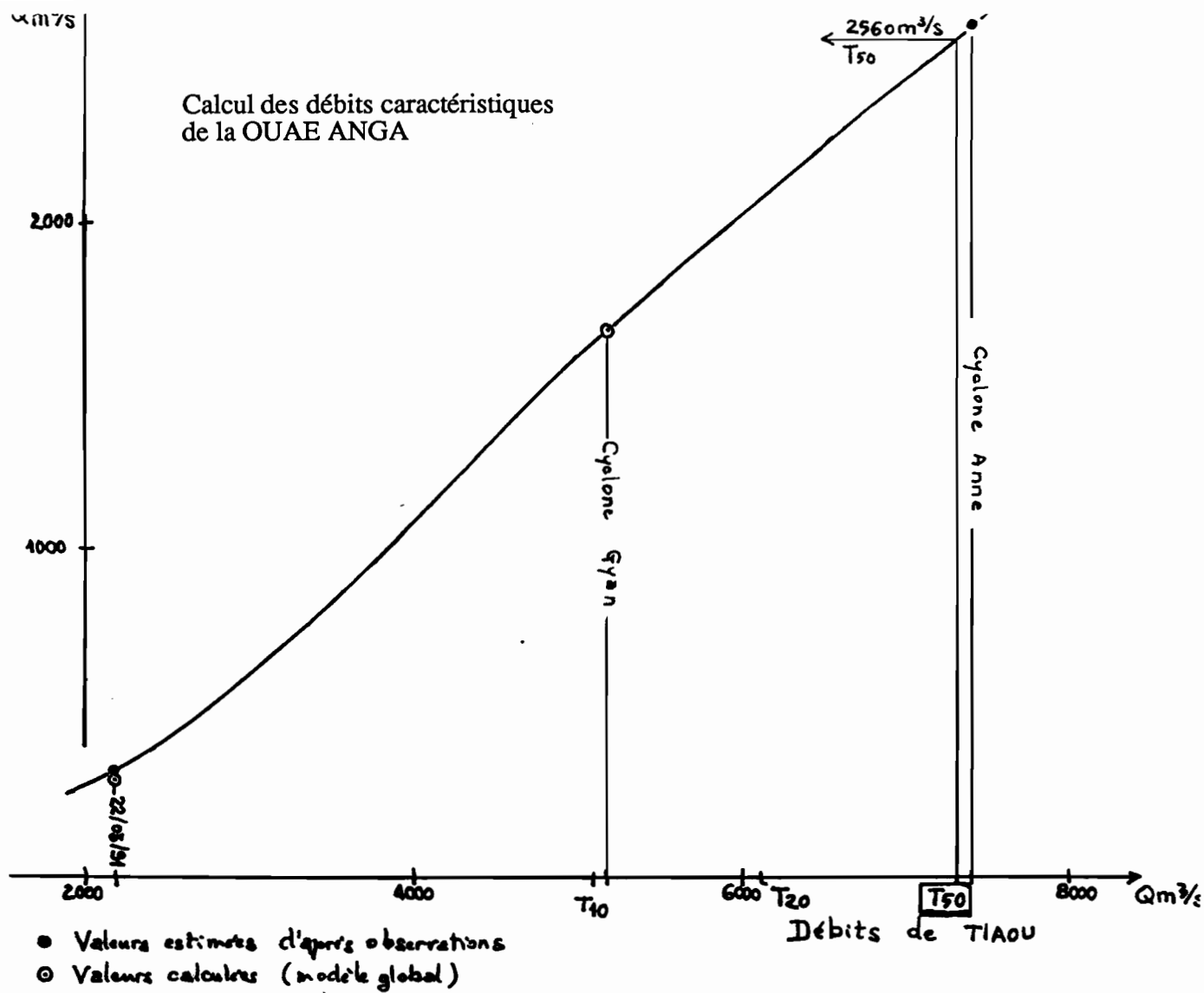


Fig. 1



EVALUATION DES DEBITS CARACTERISTIQUES

Calcul des débits de la ONDOU

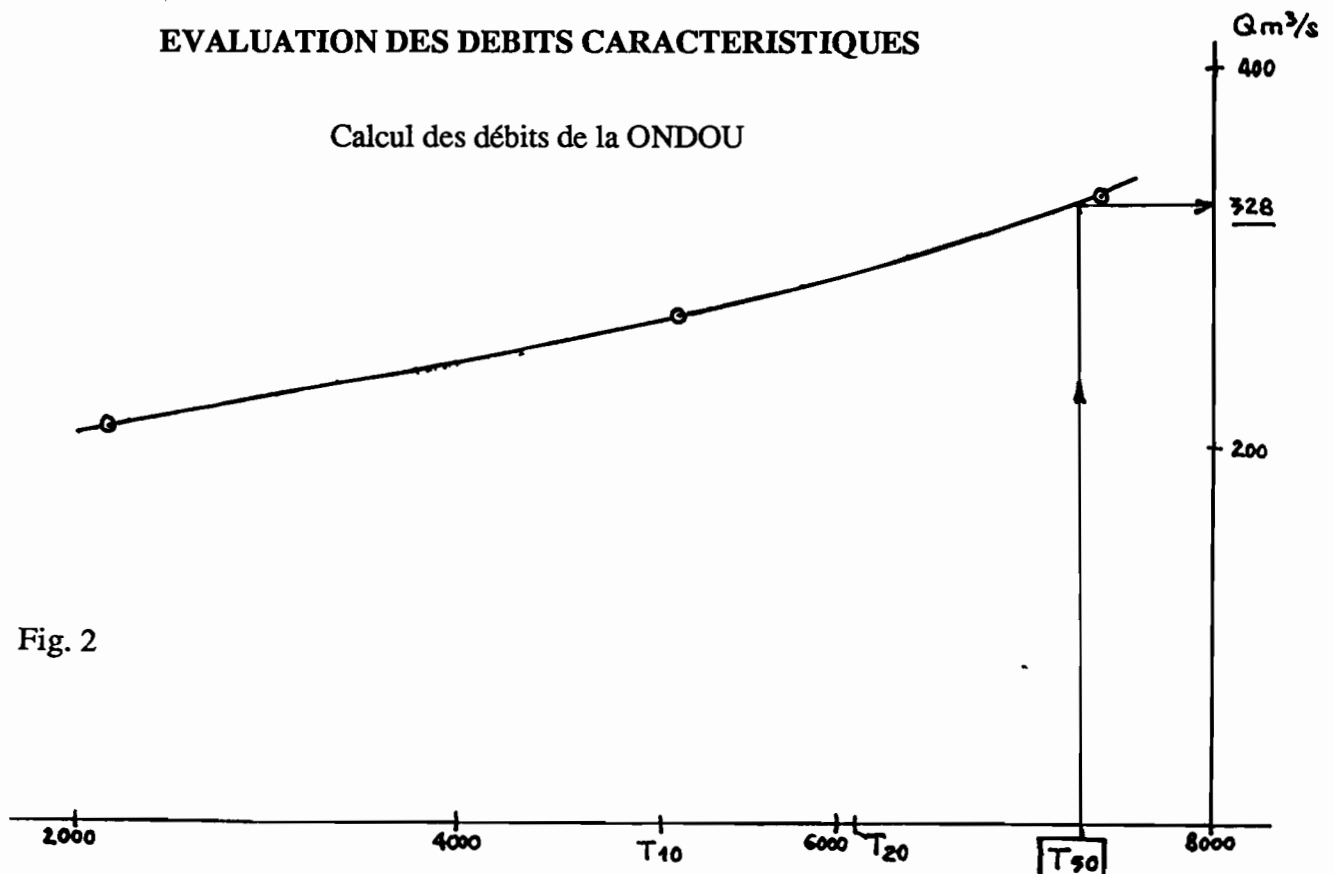


Fig. 2

OUAE ANGA - Simulation pluie-débit pour le cyclone Gyan

Lame d'eau tombée estimée (23 et 24/12/1981) : 1041 mm

Volume ruisselé 85 000 000 m³

Débit maximal ruisselé 1665 m³/s

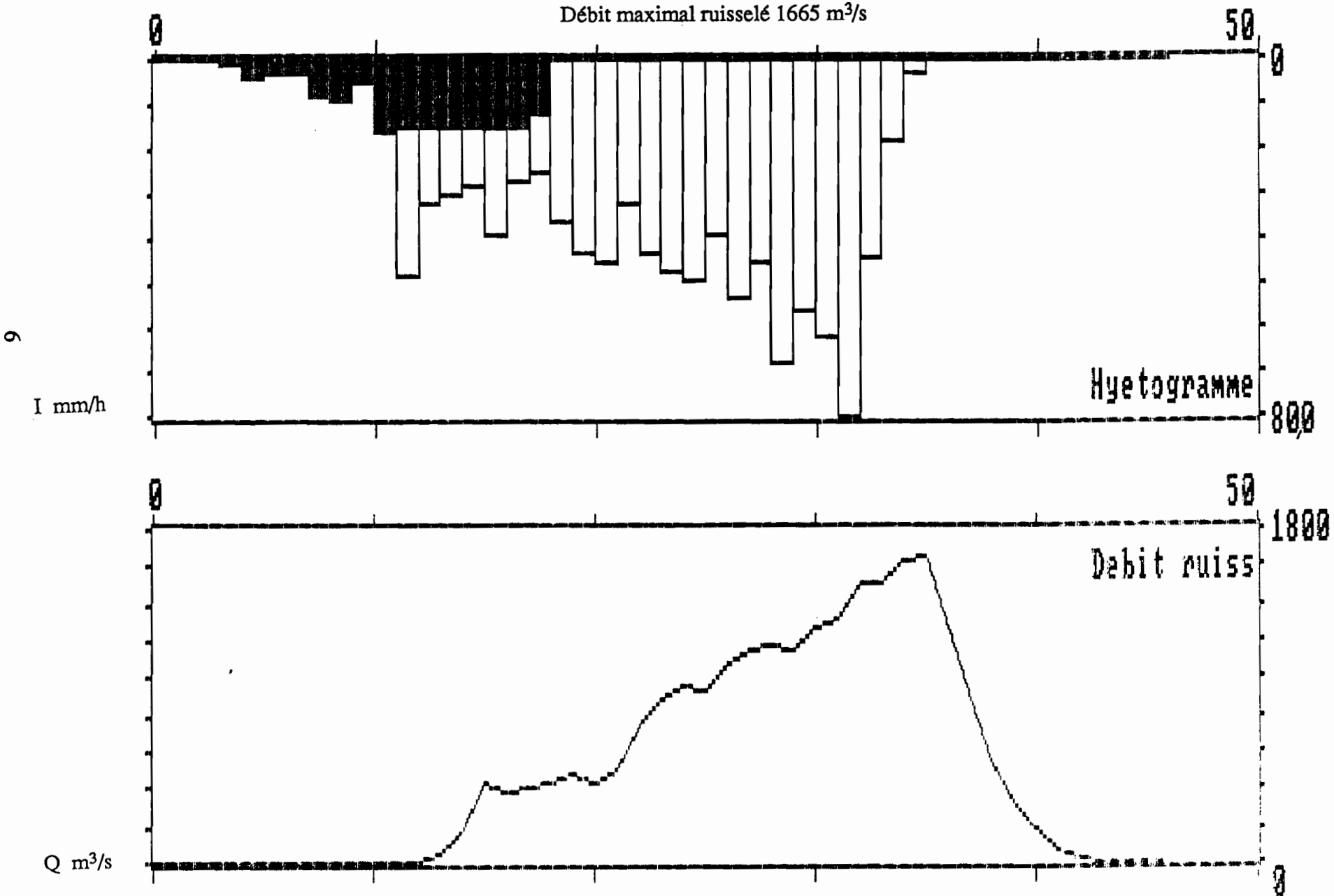


Fig. 3

pluvieux sur quelques stations connues (dépression du 21 au 22 Mars 1991 pour l'OUAE ANGA, cyclone Gyan pour la TIWAKA et la Haute-POUEMBOU).

III - CARACTERISTIQUES DES STATIONS

III.1 - Bassin KONE

III.1.1 - La KONE vers la cote 9 ($A = 152 \text{ Km}^2$)

Les sections de mesures se situent à 60, 100 et 156 m du radier busé de PHADEL, ainsi qu'à BACO beaucoup plus en aval et les recalages (nivellement général) ont été effectués par rapport au repère de l'ouvrage de PHADEL coté 9,64 NGNC.

Les fonds du lit mineur sont graveleux mais revégétalisés et les berges assez boisées (K_s adopté = 15). Les débits jusqu'à $1520 \text{ m}^3/\text{s}$ (maximum de l'année 1989-90) ont été déterminés par la formule de Manning-Strickler et l'extrapolation logarithmique a été menée au-delà.

Les PHE 1931-32 ont été déduites des relevés de BACO (relation entre maximums de crue à BACO et à PHADEL).

Rapportés à la section amont les résultats sont les suivants :

Date	Section mouillée m^2	Pente moyenne $i \cdot 10^{-6}$	Hauteur NGNC	Débit $Q \text{ m}^3/\text{s}$	Vitesse moyenne m/s
24/01/91		500	8,22	0,125	
22/03/91			13,62	530	
PHE 81-82					
PHE 89-90	431	5104	16,82	1520	3,5
PHE 31-32			18,92	2450	
Crue décennale	368		15,82	1350	3,7
Crue vicennale	476		17,52	1850	3,9
Crue cinquanten.			19,12	2600	

Les plus hautes-eaux données par les Travaux Publics au droit de l'ouvrage (19,64 NGNC) pourraient peut être correspondre à une crue supérieure au cyclone Gyan (1931-32 ?).

III.1.2 - La NEAMI vers la cote 39 ($A = 29,8 \text{ Km}^2$)

Observations et mesures ont été réalisées 100 m et directement en amont du radier busé existant (ouvrage de NEAMI).

La valeur des plus hautes-eaux recueillie par les Travaux Publics en 1990 (48,50 NGNC au radier) a été attribuée au maximum de l'année 1989-90.

Les débits ont été évalués d'après la formule de Manning-Strickler, avec un coefficient de rugosité de 20 (lit mineur entièrement dégagé, sables et galets lisses).

L'application du modèle pluie-débit avec l'hydrogramme type suivant :

-01h00	-00h30	00h00	00h30	01h00	01h30
0	1	12m ³ /s	2,60	1,00	0,00

donnerait respectivement 374 et 523 m³/s pour les maximums des années 1990-91 et 1981-82 (Gyan).

Rapportées à la section radier, les valeurs caractéristiques déduites de l'étalonnage et d'une relation entre maximums de crue KONE - NEAMI, sont présentés ci-après.

Date	Section mouillée m ²	Pente moyenne i 10 ⁻⁶	Hauteur NGNC	Débit Q m ³ /s	Vitesse moyenne m/s
12/03/91				0,132	
22/03/91	123	1970	45,19	310	2,5
PHE 89-90	188	(2000)	48,50	780	4,1
Crue décennale	172		47,80	532	3,1
Crue vicennale	182		48,25	660	3,6
Crue cinquanten.	197		48,80	850	4,3

III.1.3 - La NOELI vers la cote 25 (A = 14,9 Km²)

Les sections de référence se trouvent à 10 et à 45 m en amont du radier busé. Le recalage des bornes ORSTOM a été effectué par rapport au repère n° 11 coté 25,265 NGNC.

Un coefficient de rugosité $K_s = 18$ a été adopté pour ce lit de sables et de galets aux berges assez raides.

Les données caractéristiques tirées des rapports entre les maximums de crues relevés sur la NOELI et la KONE sont présentées pour la section la plus en amont du radier.

Les PHE (29,50 NGNC) signalées par les Travaux Publics quelques mètres en aval du radier pourraient correspondre au maximum de l'année 1989-90.

Date	Section mouillée m ²	Pente moyenne i 10 ⁻⁶	Hauteur NGNC	Débit Q m ³ /s	Vitesse moyenne m/s
12/03/91			25,73	0,009	
22/03/91	26	3400	27,29	16,0	0,6

PHE 89-90	88	(5000)	29,57	156	1,8
Crue décennale	77		29,20	132	1,7
Crue vicennale	102		30,00	210	2,1
Crue cinquanten.	124		30,70	330	2,7

III.1.4 - Le 2° creek rive droite KONE à l'ouvrage KINOSHITA (A = 7,12 Km²)

Les sections de mesures se situent directement et 30 m en amont de l'ouvrage actuel de KINOSHITA et le recalage des bornes ORSTOM fait par rapport au repère du nivellement général coté 42,35 NGNC.

Les hauteurs relevées étant plus liées aux crues de la NEAMI (très fortes influences aval) qu'à celles du creek, les niveaux caractéristiques de crue ont été établis à partir d'une relation entre les hauteurs observées aux 2 stations (NEAMI cote 39 et 2° creek R.D. KONE à KINOSHITA).

Pour l'estimation des débits de crue, une formule empirique de même type que celle employée par W.R. CREAGER

$$Q = 1,3 C (A/2,72)^n \text{ avec } n = 0,89 A^{-0,046}$$

a été utilisée, avec comme valeurs de C, celles déterminées pour la NEAMI cote 39, soit 66, 82 et 106 pour des périodes de retour respectives de 10, 20 et 50 ans.

Les résultats présentés ci-après se rapportent à la section directement à l'amont de l'ouvrage actuel. Les valeurs des vitesses moyennes indiquées ne sont que des valeurs minimales qui pourraient normalement être largement dépassées pour des crues de ce creek survenant avant celles de la NEAMI.

Date	Section mouillée m ²	Pente moyenne i 10 ⁻⁶	Hauteur NGNC	Débit Q m ³ /s	Vitesse moyenne m/s
22/03/91			37,76		
PHE 89-90			39,98		
Crue décennale	78,7		39,50*	(188)	(>2,4)
Crue vicennale	87,7		39,85*	(233)	(>2,7)
Crue cinquanten.	97,0		40,20*	(300)	(>3,1)

III.1.5 - Le creek POINDAH rive droite KONE à POINDAH (A = 2,13 Km²)

En l'absence de toute observation ancienne à proximité de l'ouvrage actuel de POINDAH (section de mesures à 15 m en amont) un étalonnage théorique de hautes-eaux a été établi (formule de Manning-Strickler) après le relevé des traces de la crue du 22/03/91, en admettant une augmentation de la pente et un coefficient de rugosité $K_s = 18$ (sables et petits galets, lit et berges peu encombrés).

Comme pour le 2° creek R.D. KONE, une formule de type CREAGER a été employée pour l'évaluation des débits maximums de crue à partir de ceux de la NEAMI.

Date	Section mouillée m ²	Pente moyenne i 10 ⁻⁶	Hauteur* NGNC	Débit Q m ³ /s	Vitesse moyenne m/s
22/03/91	9,5	15000	21,61	8	0,8
Crue décennale	26,1		23,10	70	2,7
Crue vicennale	29,0		23,30	86	3,0
Crue cinquanten.	33,2	(34000)	23,60	(112)	3,4

* Repère référencé 12 et coté 24,212 NGNC.

III.1.6 - Le creek HERVOUET vers la cote 16 ($A = 0,70 \text{ Km}^2$)

Comme pour l'ouvrage de POINDAH, on ne dispose d'aucune observation ancienne sur ce creek dont les hauteurs sont fortement influencées au droit de l'ouvrage HERVOUET par la NOELI en crue.

Les débits caractéristiques de crue pour ce creek ont été déduits (formule de type CREAGER) des coefficients trouvés pour la NOELI (27,42 et 66).

Pour l'évaluation des cotes caractéristiques, une simple relation linéaire a été admise entre hauteurs NOELI et creek HERVOUET, les hauteurs indiquées se rapportant à une section située à une quinzaine de mètres en amont du ponceau actuel.

Date	Section mouillée m ²	Pente moyenne i 10 ⁻⁶	Hauteur* NGNC	Débit Q m ³ /s	Vitesse moyenne m/s
22/03/91			16,15		
Crue décennale	24,3		17,52	(10)	
Crue vicennale	34,3		18,10	(16)	
Crue cinquanten.	44,3		18,62	(25)	

* Repère référencé 9 et coté 16,759 NGNC.

Pour l'estimation des vitesses maximales de crue du creek avant toute influence NOELI, un coefficient de rugosité de 15 (lit réoccupé en partie par une végétation arbustive) devrait pouvoir être adopté.

III.2 - Bassin TIWAKA

III.2.1 - LA OUAE ANGA vers la cote 100 ($A = 93,7 \text{ Km}^2$)

Les sections de mesures se situent directement et à 37 m en amont de l'ouvrage actuel, largement submersible, et toutes les observations sont rapportées au NGNC (repère cote 97,86).

L'étalonnage s'appuie sur des séries de jaugeages au moulinet et au flotteur et des observations (profils et pentes) lors et à la suite des crues des 21 et 22/03/91 ($K_s = 20$).

Les relevés pluviométriques (postes du Col de TANGO, de BOPOPE et de Chute POMBEL) et limnimétriques de la crue du 22/03/91 ont permis le calage d'un modèle simplifié de ruissellement.

Hydrogramme type :

-3h	-2h	-1h	0h	+1h	+2h	+3h	+4h	+5h	+6h
0	1	4	10	4	3	2	1,5	1	0 m ³ /s

Capacité globale d'absorption : 150 mm. Intensité maximale d'absorption : 15 mm/h.

Son application avec les précipitations consécutives au cyclone Gyan, donne 1665 m³/s comme débit maximal ruisselé.

Cette valeur calculée pour Gyan, ainsi que celles déduites des relevés des Travaux Publics (PHE à 107,07 et attribuables au cyclone Anne) et de l'ORSTOM (maximum du 22/03/91) permettent, après adoption d'une relation graphique entre débits maximums de crue connus sur la TIWAKA et la OUAE ANGA :

- l'évaluation des débits des crues décennale, vicennale et cinquantennale,
- et la détermination (extrapolation logarithmique de la courbe de tarage) des hauteurs maximales.

Date	Section mouillée m ²	Pente moyenne i 10 ⁻⁶	Hauteur NGNC	Débit Q m ³ /s	Vitesse moyenne m/s
05/03/91			96,20	7	
21/03/91			96,51	14	
21/03/91			98,40	52	
21/03/91			98,58	61	
21/03/91			98,80	73	
21/03/91			99,00	80	
22/03/91	185	5300	101,35	300	
PHE 87-88	567	(5300)	107,07	2600	
Crue décennale	418		105,50	1640	3,9
Crue vicennale	532		106,60	2070	3,9
Crue cinquanten.	577		107,20	2560	4,5

III.2.2 - La OUA MENDIOU vers la cote 100 ($A = 51,0 \text{ Km}^2$)

Les observations ORSTOM (PHE 1989-90, maximum du 22/03/91) ont été faites 100 m en amont de l'ouvrage OUA MENDIOU et toutes les cotes recalées au nivellement général (repère à 98,97 NGNC).

Les plus hautes signalées par les Travaux Publics au droit de l'ouvrage actuel (108,33 NGNC) et admises à 109,43 sur la section amont, n'ont pu être vérifiées par aucun recouplement mais ne peuvent qu'être rapportées au cyclone Anne.

L'étalonnage de moyennes et hautes-eaux a été établi (formule de Manning-Strickler) en s'appuyant sur les valeurs de pente observées, avec un coefficient de rugosité $K_s = 20$ (lit constitué par des sables et des graviers).

Une extrapolation de type logarithmique a été utilisée pour l'estimation du débit maximal connu ($Q = 2400 \text{ m}^3/\text{s}$ à 109,43 NGNC).

Les évaluations des débits et des hauteurs caractéristiques de crue ont été menées après établissement d'une relation graphique entre les maximums de crue observés à TIWAKA et à OUA MENDIOU.

Date	Section mouillée m^2	Pente moyenne $i \cdot 10^{-6}$	Hauteur NGNC	Débit $Q \text{ m}^3/\text{s}$	Vitesse moyenne m/s
07/02/91			98,57	0,35	
22/03/91		10000	103,45	570	
PHE 89-90		11400	103,74	660	
PHE 87-88		(11000)	109,43	2400	
Crue décennale	219		105,60	850	
Crue vicennale	273		106,82	1200	
Crue cinquanten.	378		109,00	2100	4,0

III.2.3 - La TIBOUABAN vers la cote 5 ($A = 43,0 \text{ Km}^2$)

Les sections de mesures se trouvent directement et à 103 m en amont de l'ouvrage TIBOUABAN, pont largement submersible. Les observations ont été rattachées au nivellement général (repère de TIBOUABAN cote 4,66 NGNC).

Les valeurs des plus hautes eaux recueillies tant par les Travaux Publics (cyclones Gyan et Alison) que par l'ORSTOM (PHE 1989-90 et maximum de la crue du 22/03/91) rapportées à la section de mesures la plus aval, ont permis, après tracé graphique d'une relation avec les hauteurs maximales correspondantes connues sur la TIWAKA, l'évaluation des hauteurs caractéristiques de crue sur la TIBOUABAN.

Pour l'estimation des débits de crue, les caractéristiques de terrain (capacité et intensité d'absorption) utilisées pour le bassin de l'OUAE ANGA ont été maintenues, avec comme hydrogramme type :

-2h	-1h	0h	+1h	+2h	+3h
0	1,2	8,8	1,5	0,4	0 m ³ /s

Les débits maximums ruisselés ainsi déterminés, respectivement 398 (crue du 22/03/91), 1039 (cyclone Gyan) et 1101 m³/s (cyclone Anne) ont permis, par comparaison avec les maximums connus TIWAKA, d'obtenir un ordre de grandeur des débits caractéristiques de la TIBOUABAN.

Sections et hauteurs ne se rapportant pas aux débits de crue de la TIBOUABAN, il n'a pas été jugé utile de donner des valeurs minimales de vitesses moyennes qui pourraient être largement dépassées pour des crues TIBOUABAN, survenant avant des crues TIWAKA.

Date	Section mouillée m ²	Pente moyenne i 10 ⁻⁶	Hauteur NGNC	Débit Q m ³ /s	Vitesse moyenne m/s
20/03/91	95		6,38		
PHE 89-90	260		11,20		
22/03/91	268		11,25		
PHE 81-82			19,73		
PHE 74-75			21,13		
Crue décennale	748		18,25	(1020)	
Crue vicennale	778		18,90	(1260)	
Crue cinquanten.	890		21,20	(1550)	

III.2.4 - La ONDOU vers la cote 4 (A = 13,7 Km²)

La section de mesures se trouve à environ 20 m à l'aval du pont radier, ouvrage très largement submergé lors des remontées de la TIWAKA.

Comme pour la TIBOUABAN les hauteurs maximales (PHE 1989-90, maximum du 22/03/91) ont été mises en correspondance avec les niveaux de la TIWAKA à TIAOU, afin d'évaluer les hauteurs caractéristiques directement en aval de l'ouvrage ONDOU (repère de nivellement utilisé coté 3,043 NGNC).

L'hydrogramme suivant :

-1h00	-0h30	0h00	+0h30	+1h	+1h30
0	1	3,8	2	0,8	0 m ³ /s

a été retenu pour le calcul des maximums annuels du 22/03/91 (212 m³/s), des cyclones Gyan (268 m³/s) et Anne (333 m³/s), et la détermination des débits caractéristiques, toujours par comparaison avec la TIWAKA.

Date	Section mouillée m ²	Pente moyenne i 10 ⁻⁶	Hauteur NGNC	Débit Q m ³ /s	Vitesse moyenne m/s
06/03/91		480	1,92	1,85	
PHE 89-90			3,89		
22/03/91			8,69		
Crue décennale	226		13,50	(266)	
Crue vicennale	238		14,10	(290)	
Crue cinquanten.	270		15,70	(328)	

III.2.5 - La POPETCHIANE vers la cote 80 (A = 13,5 Km²)

Les observations ont été effectuées à l'amont immédiat, et à 20 et 39 m de l'ouvrage actuel du GRAND COUDE, très largement submergé par les crues de la TIWAKA.

Tous les relevés ont été rapportés à la section directement en amont de l'ouvrage après leur recalage (repère de nivellement général coté 74,98 NGNC).

Plutôt que le maximum obtenu par enquête par les Travaux Publics et donné pour Gyan ou Alison (82,35 NGNC), l'on a retenu la cote de 82,18, relevé en 1988 par l'ORSTOM et parfaitement identifié à l'époque (PHE cyclone Anne).

Pour l'estimation des hauteurs caractéristiques, une relation graphique entre maximums de crue relevés sur la TIWALA à la chute de POMBEI et à GRAND COUDE a été tracée.

Pour l'évaluation d'un ordre de grandeur des débits maximums ruisselés, un hydrogramme type a été retenu :

-1h00	-0h30	0h00	+0h30	+1h	+1h30
0	1	3,8	2,0	0,7	0

Pour l'estimation des vitesses maximales de petites crues de la POPETCHIANE en dehors de toute influence TIWAKA, un coefficient de rugosité $K_s = 20$ pourrait être retenu ($K_s = 19$ pour le maximum du 20/03/91) comme pour toutes les autres grandes rivières de ce secteur (avec sables, graviers et rochers lisses et berges très couvertes (TIBOUABAN, ONDOU et APOAPOUJOU).

Date	Section mouillée m ²	Pente moyenne i 10 ⁻⁶	Hauteur NGNC	Débit Q m ³ /s	Vitesse moyenne m/s
05/03/91			(72,70)	0,50	
20/03/91	9,9	2000	73,05	6,99	0,5
22/03/91	35,3		74,98		
PHE 87-88	74,0		82,18		
Crue décennale	115		80,20	(230)	
Crue vicennale	124		80,70	(266)	
Crue cinquanten.			82,50	(290)	

III.2.6 - L'APOAPOUJOU vers la cote 15 ($A = 9,0 \text{ Km}^2$)

Les relevés ont été effectués à 35 m et à l'amont immédiat du pont radier d'APOAPOUJOU, très largement submergé lors des crues de la TIWAKA.

Comme pour les autres stations fortement influencées des bassins supérieurs à 5 Km^2 (POPETCHIANÉ, TIBOUABAN et ONDOU), un hydrogramme type a été retenu :

-1h00	-0h30	0h00	+0h30	+1h	+1h30
0	0,5	3,5	1,0	0,5	0

pour l'évaluation des débits maximums de crue de l'APOAPOUJOU du 22/03/91 ($126 \text{ m}^3/\text{s}$) ou consécutifs aux cyclones Gyan ($173 \text{ m}^3/\text{s}$) et Anne (248 m^3).

Pour l'estimation des plus hautes-eaux caractéristiques liées aux crues de la TIWAKA, une relation entre les maximums de crue connus sur la TIWAKA et à APOAPOUJOU a été tracée.

Toutes les observations présentées ci-après se rapportent à la section en amont immédiat de l'ouvrage et sont recalées par rapport au nivellement général (repère à 15,76 NGNC).

Date	Section mouillée m^2	Pente moyenne $i \cdot 10^{-6}$	Hauteur NGNC	Débit $Q \text{ m}^3/\text{s}$	Vitesse moyenne m/s
07/03/91				0,44	
06/03/91				2,42	
06/03/91				3,18	
20/03/91			16,13		
22/03/91			17,60		
PHE 74-75			25,06		
Crue décennale	200		23,20	(170)	
Crue vicennale	218		23,75	(196)	
Crue cinquanten.	282		25,70	(242)	

III.2.7 - La NAOUEANNA vers la cote 300 ($A = 3,25 \text{ Km}^2$)

Les sections de mesures se situent à 35 et 58 m en aval de l'ouvrage NAOUEANNA. Un étalonnage théorique (application de la formule de Manning-Strickler) a été établi à partir des profils et pentes relevés pour les maximums de crue de l'année 1989-90 (PHE données par les Travaux Publics à 296,12 NGNC au droit de l'ouvrage) et du 22/03/91. Un coefficient de rugosité $K_s = 17$ a été choisi, le lit avec sables et galets étant en partie réoccupé (herbes et arbustes).

Pour l'estimation des débits caractéristiques de crue, les valeurs du coefficient C (formule de type CREAGER) déterminées pour la OUAÉ ANGA cote 100 ont été utilisés, et une extrapolation logarithmique pour les hautes-eaux a permis l'évaluation des cotes caractéristiques.

Les résultats présentés ci-après se rapportent à la section 35 m à l'aval de l'ouvrage.

Date	Section mouillée m ²	Pente moyenne i 10 ⁻⁶	Hauteur* NGNC	Débit Q m ³ /s	Vitesse moyenne m/s
22/03/91	17,5	12000	294,27	40	2,3
PHE 89-90			294,72	52	
Crue décennale			297,00	148	
Crue vicennale			297,75	186	
Crue cinquanten.			298,75	231	

* Repère référencé 25 et coté 292,565 NGNC.

III.2.8 - Le 1^o creek aval BOPOPE à l'ouvrage de POUAM (A = 3,00 Km²)

On dispose d'assez peu d'informations sur ce creek au lit très encombré (gros blocs rocheux - K_s choisi = 15).

L'influence OUA MENDIOU pouvant se faire sentir, les hauteurs caractéristiques ont été déduites d'une relation graphique entre maximums relevés sur la TIWAKA-OUA MENDIOU et ce creek.

Pour l'estimation d'un ordre de grandeur des débits caractéristiques de crue et comme pour la NAOUEANNA, la formule modifiée de CREAGER a été utilisée (valeurs du coefficient C déterminées pour la OUAE ANGA).

Date	Section mouillée m ²	Section 10 m amont ouvrage	Section* niveau ouvrage	Débit Q m ³ /s	Vitesse moyenne m/s
22/03/91		92,29		30	
PHE 89-90		93,29		125	
PHE 87-88?			94,48		
Crue décennale	66,6		93,20	(138)	> 2,1
Crue vicennale	69,4		93,40	(173)	> 2,5
Crue cinquanten.	80,8		94,20	(216)	> 2,7

* Hauteurs rattachées au nivellement général (repère à 91,09 NGNC).

III.2.9 - Le 2^o creek aval BOPOPE vers la cote 77 (A = 2,37 Km²)

Les observations effectuées directement et quelques mètres en amont de l'ouvrage de BOURAO ont été rattachées au nivellement général (repère coté 77,91 NGNC).

En raison d'une très forte influence OUA MENDIOU, les niveaux caractéristiques de crue ont été établis à partir d'une relation entre hauteurs observées aux chutes de POMBEI (TIWAKA-OUA MENDIOU) et à BOURAO.

Si l'on a procédé à une évaluation directe des petits débits (K_s utilisé = 17), pour l'estimation des débits de crue la formule modifiée de type CREAGER a été utilisée, avec comme valeurs pour C, celles déterminées pour la OUAÉ ANGA soit 98, 123 et 153 pour des périodes de retour respectives de 10, 20 et 50 ans.

Les hauteurs caractéristiques ne se rapportant pas aux débits de crue, il n'a pas été jugé utile de donner des valeurs minimales de vitesses moyennes qui pourraient être largement dépassées par ce creek en crue lorsque celle-ci survient avant celle de la OUA MENDIOU.

Date	Section mouillée m ²	Pente moyenne i 10 ⁻⁶	Hauteur NGNC	Débit Q m ³ /s	Vitesse moyenne m/s
././90	8,4	13900	75,86	18	
22/03/91	26,5		78,15		
PHE 87-88			84,31		
Crue décennale			82,30	(113)	
Crue vicennale			82,90	(142)	
Crue cinquanten.			84,20	(177)	

III.2.10 - Le creek PANDANUS vers la cote 180 ($A = 1,25 \text{ Km}^2$)

Pour ce creek, au lit beaucoup moins encombré que les précédents (K_s retenu = 20), les mêmes types d'observations (jaugeages de basses-eaux, profils et pentes pour le maximum du 22/03/91 et relevé de PHE attribuables au cyclone Anne et aux remontées de la OUA MENDIOU) ont conduit aux mêmes démarches :

- Relation entre maximums de crue observés sur la TIWAKA-OUA MENDIOU et le creek PANDANUS, puis évaluation des hauteurs décennale, vicennale et cinquantennale.

- Estimation d'un ordre de grandeur des débits de crue à partir de la formule

$$Q = 1,3 C (A/2,72)^n$$
 avec $n = 0,89 A^{-0,046}$
 et C = 98 (crue décennale), 123 (crue vicennale) ou 153 (crue cinquantennale).

Les résultats présentés ci-après se rapportent à une section située 28 m en aval de l'ouvrage actuel PANDANUS.

Date	Section mouillée m ²	Pente moyenne i 10 ⁻⁶	Hauteur* NGNC	Débit Q m ³ /s	Vitesse moyenne m/s
22/03/91	6,0	189	184,20	10	1,7
PHE 87-88	60,0		187,87		

Crue décennale	34,2	186,50	(64)
Crue vicennale	39,5	186,80	(80)
Crue cinquanten.	58,7	187,80	(100)

* Repère coté 184,50 NGNC.

III.2.11 - Le 2° affl. rive gauche NAOUEANNA vers la cote 300 ($A = 1,17 \text{ Km}^2$)

Un étalonnage théorique (formule de Manning-Strickler) a été établi pour cette station après les observations et l'évaluation du maximum du 22/03/91, avec un coefficient de rugosité $K_s = 18$ et en admettant un accroissement de pente de 1,13 à 1,40 % entre 297,90 et 299,50 NGNC.

La formule modifiée de type CREAGER et les valeurs du coefficient C déterminés pour la OUAE ANGA cote 100 ont été utilisées comme pour la NAOUEANNA : estimation des débits caractéristiques puis évaluation des hauteurs d'eau remarquables à partir de la courbe d'étalonnage extrapolée.

Les résultats présentés ci-après se rapportent à une section située 25 m en amont de l'ouvrage actuel (radier) de FREMINET.

Date	Section mouillée m^2	Pente moyenne $i \cdot 10^{-6}$	Hauteur NGNC	Débit $Q \text{ m}^3/\text{s}$	Vitesse moyenne m/s
22/03/91	5,3	11300	197,90	9	1,7
Crue décennale	24,7		299,35	60	2,4
Crue vicennale	28,4		299,60	76	2,7
Crue cinquanten.	33,0		299,90	94	2,9

III.2.12 - L' affl. rive droite APOAPOUJOU vers la cote 220 ($A = 0,60 \text{ Km}^2$)

Pour ce creek où l'on ne disposait d'aucune information ni nivellement au niveau de l'ouvrage de GROS PIQUANT, les observations ont été rattachées à un repère ORSTOM coté arbitrairement 100,00 m.

Un étalonnage théorique de moyennes-eaux a été établi (formule de Manning-Strickler - $K_s = 18$) après le relevé des traces de la crue du 22/03/91.

Pour l'estimation des débits remarquables de crue, les valeurs du coefficient C (formule modifiée de CREAGER) déterminés pour la OUAE ANGA cote 100 ont été utilisées, et une extrapolation logarithmique pour les hautes-eaux a permis l'évaluation des cotes caractéristiques.

Date	Section mouillée m ²	Pente moyenne i 10 ⁻⁶	Hauteur* Système Réf. ORSTOM	Débit Q m ³ /s	Vitesse moyenne m/s
20/03/91			100,35	1	
22/03/91	6,7	7900	100,82	9	1,3
Crue décennale	16,3		101,60	32	2,0
Crue vicennale	17,9		101,70	40	2,2
Crue cinquanten.	20,4		101,85	50	2,5

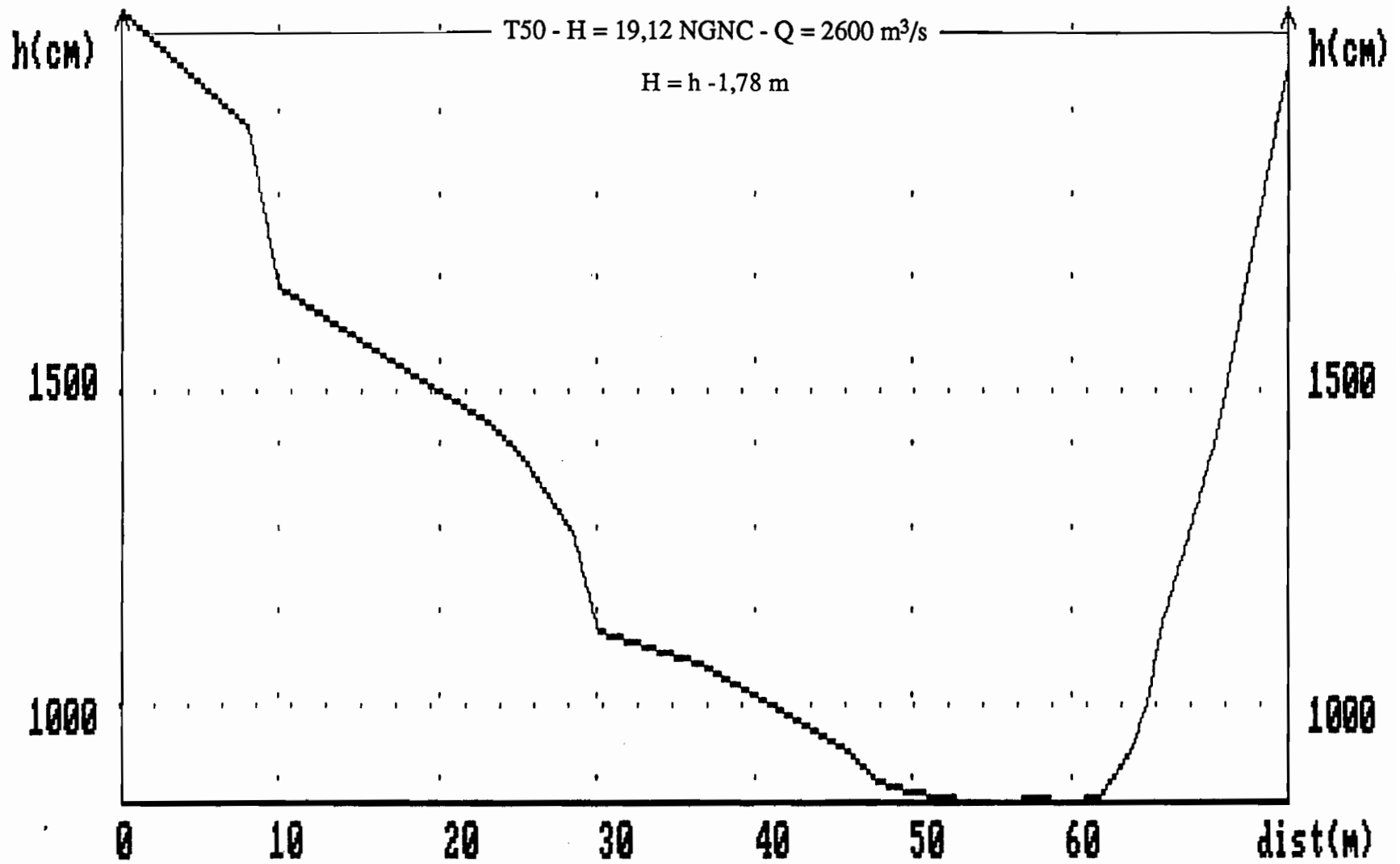
* Repère (clou) à 101,61 sur arbre R.D. 10 m amont gué.

ANNEXE 1

Profils en travers des sections de référence

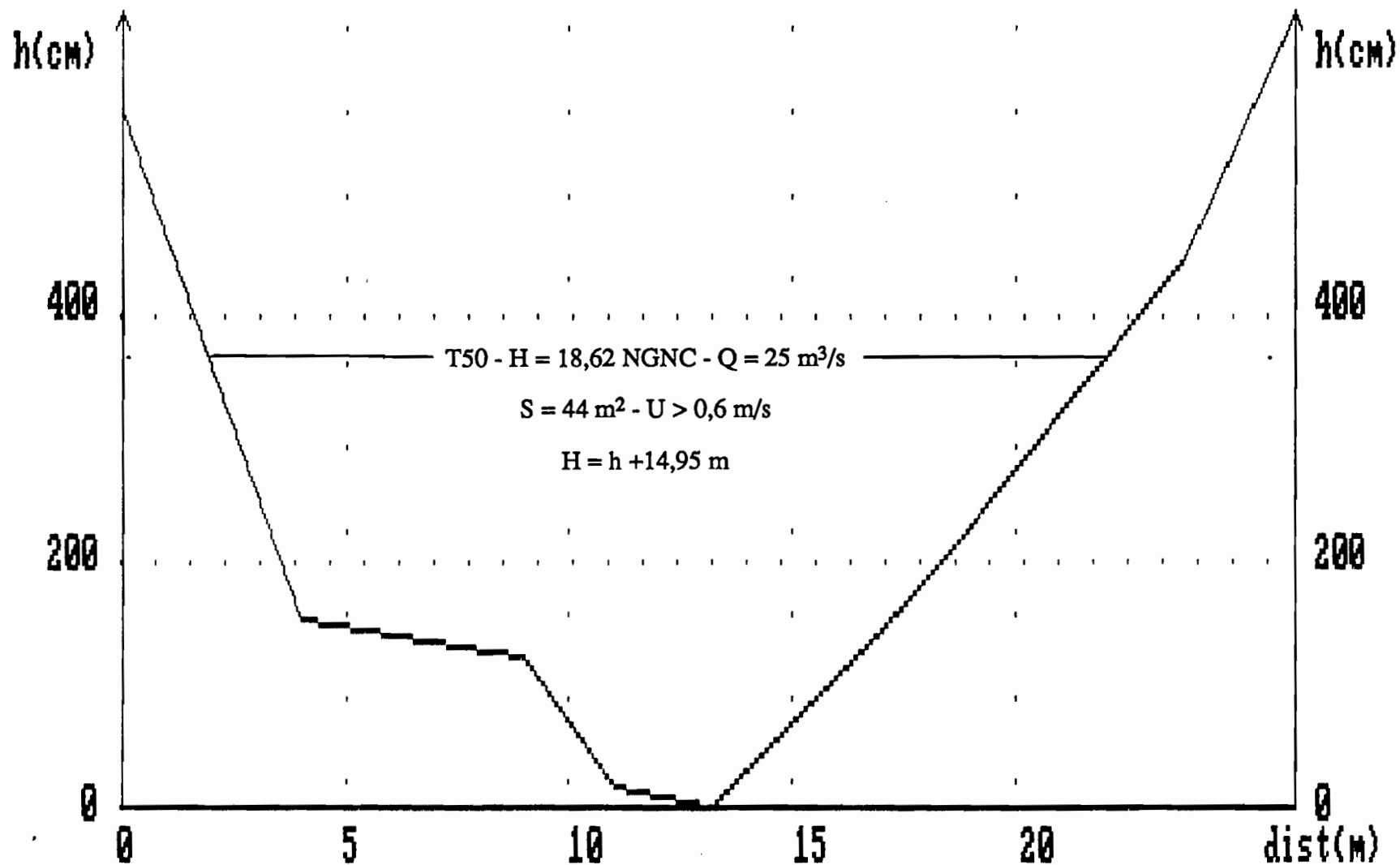
PROFIL TRANSVERSAL du : KONE
Code : 5701100116

a Cote 9 (Amont)
Date : 06/02/1991 a 13h45



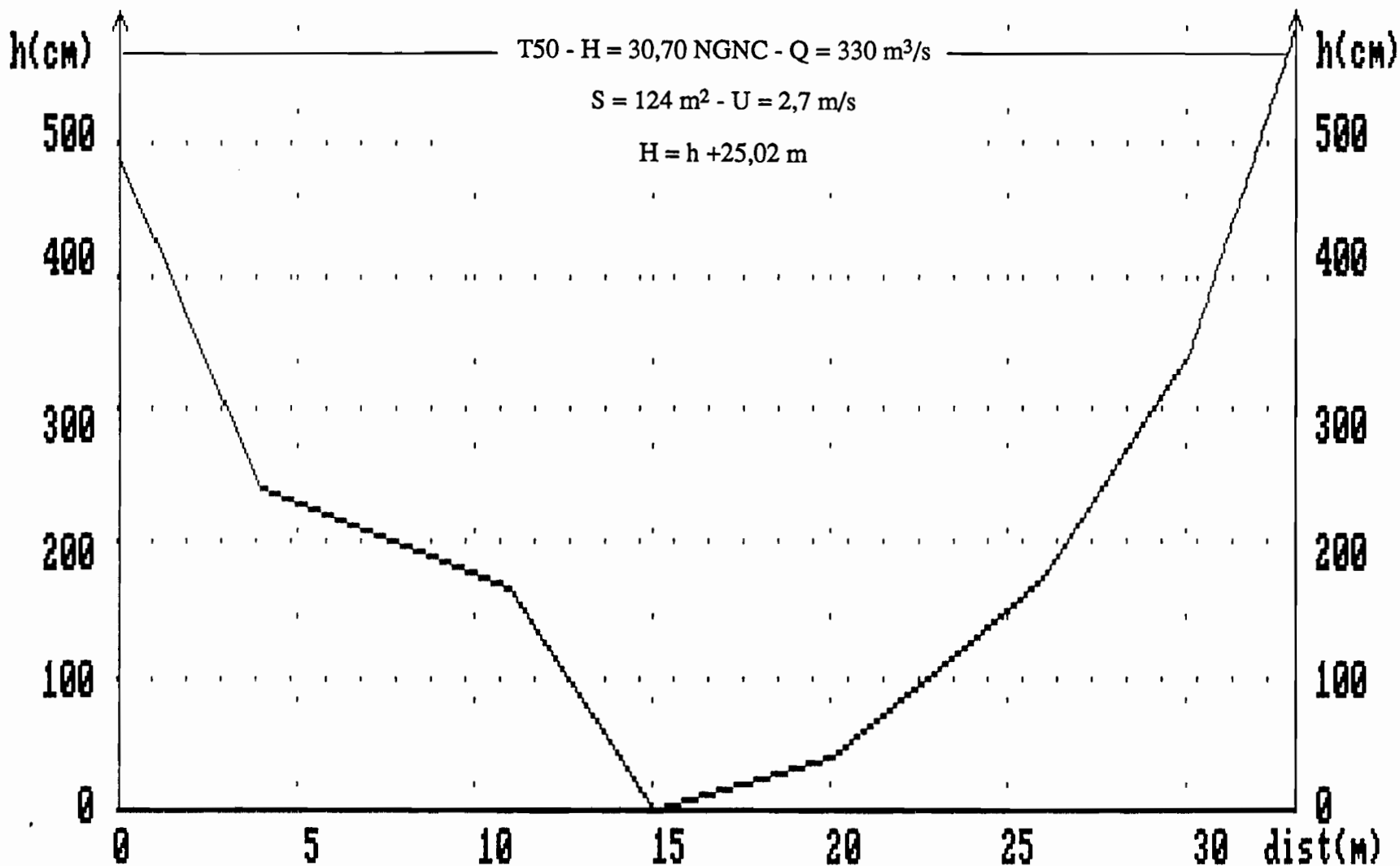
PROFIL TRANSVERSAL du : hervouet
Code : 5701105105

Date : 06/02/1991 a 12h45



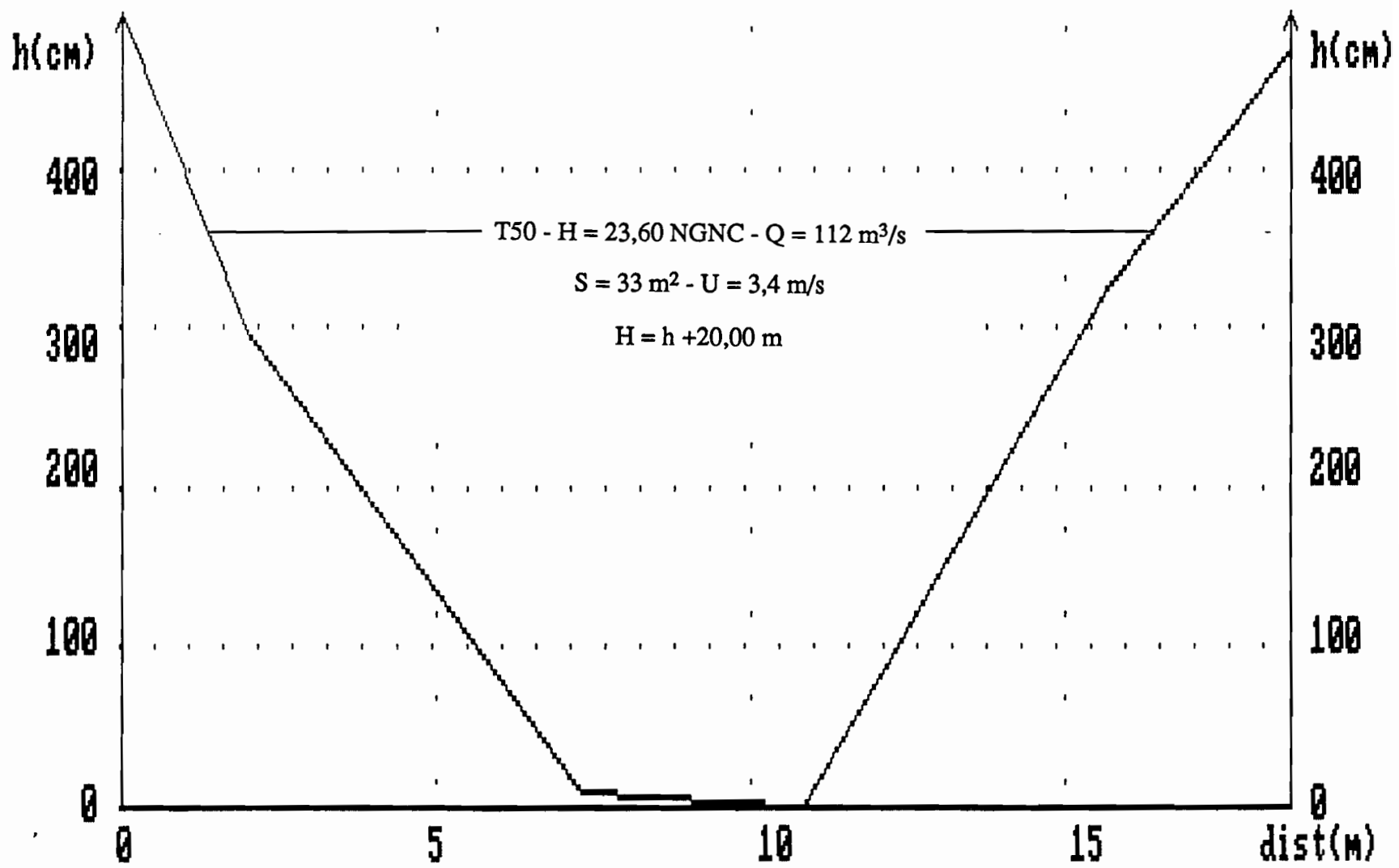
PROFIL TRANSVERSAL du : NOELI
Code : 5701102011

a cote 25
Date : 06/02/1991 a 13h30



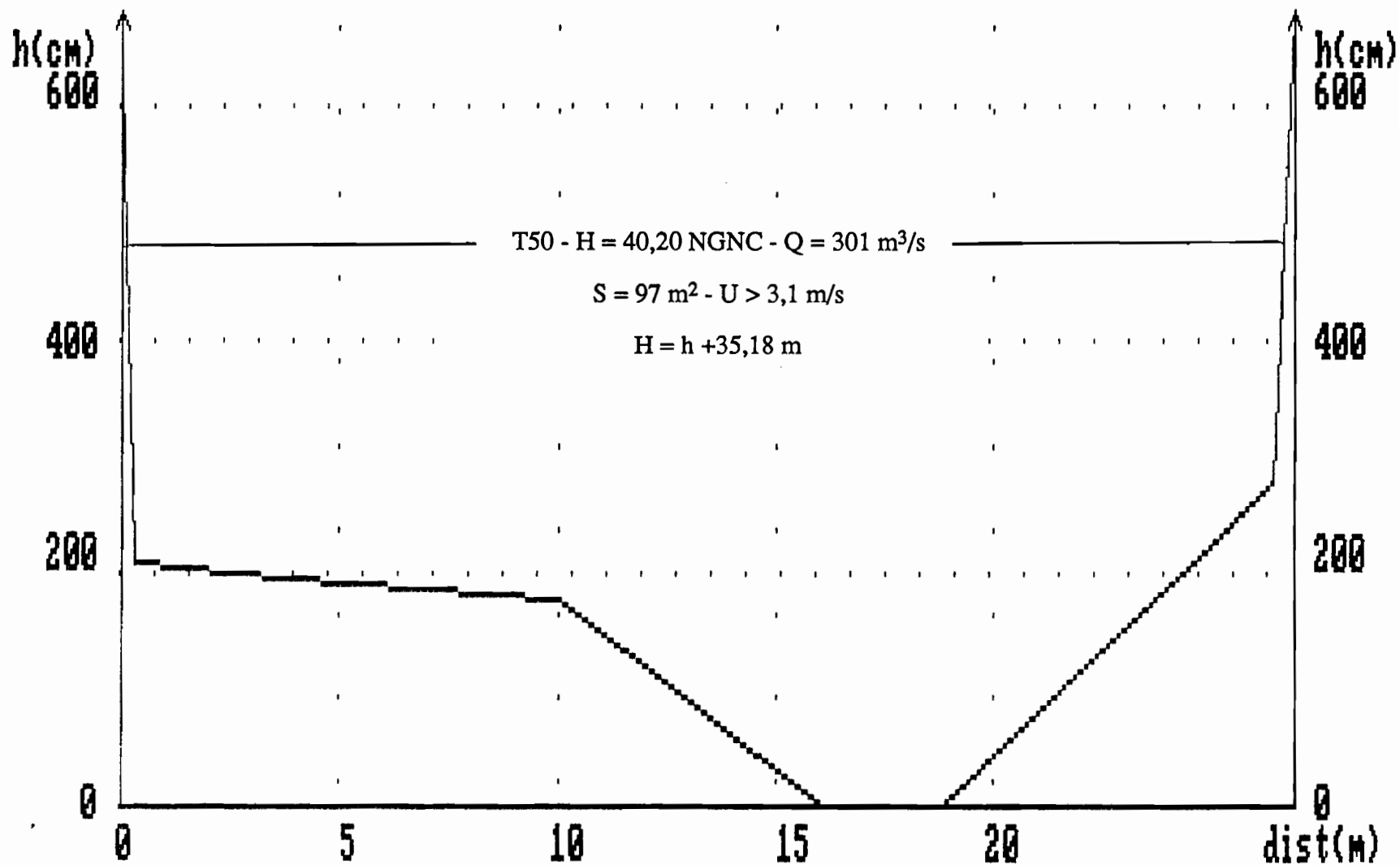
PROFIL TRANSVERSAL du : creek poinda
Code : 5701105005

a cote 20
Date : 06/02/1991 a 14h00



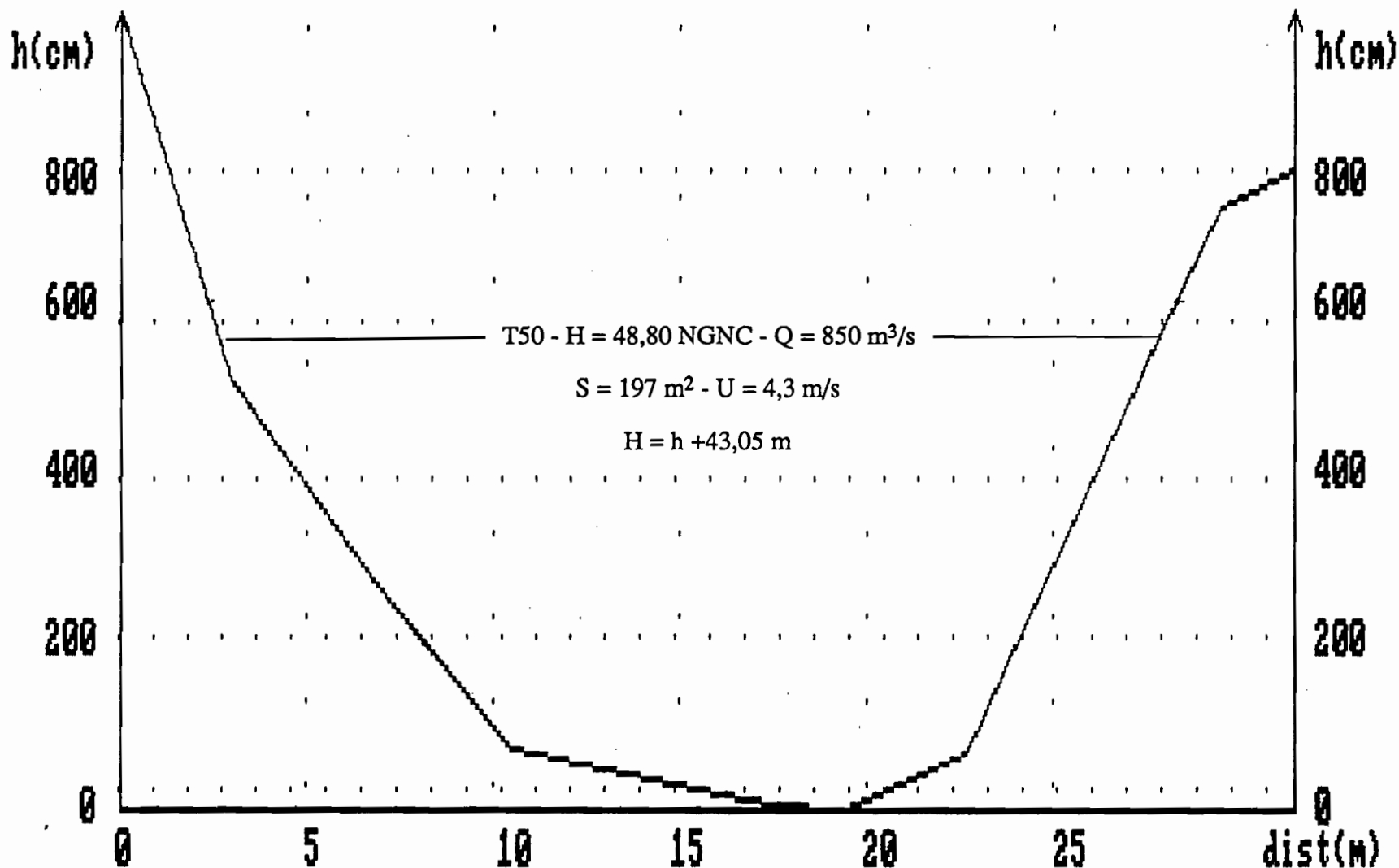
PROFIL TRANSVERSAL du : creek rd kone
Code : 5701103206

a ouvrage Kinoshita
Date : 06/02/1991 a 14h30



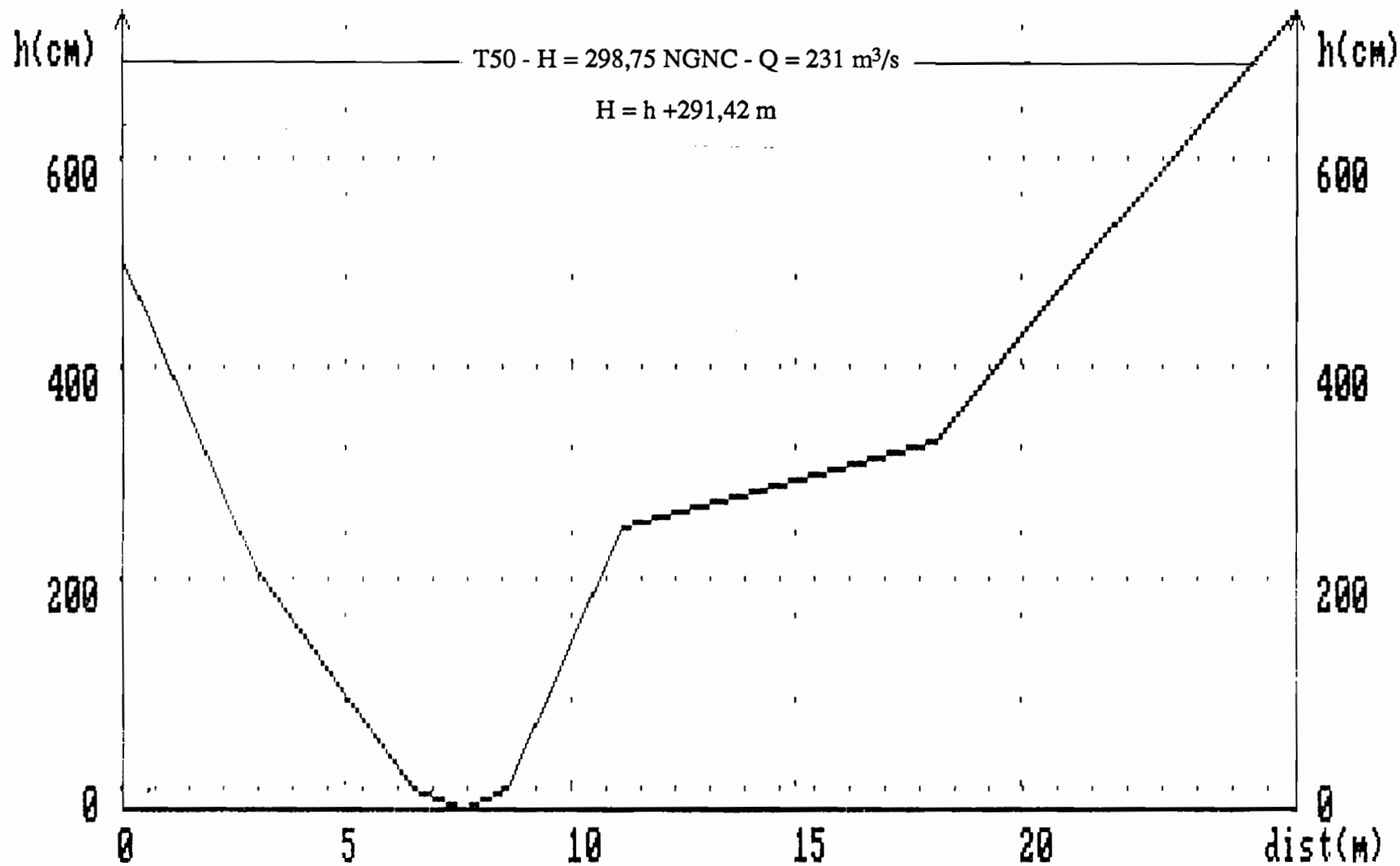
PROFIL TRANSVERSAL du : neami
Code : 5701101305

a cote 43 (aval)
Date : 06/02/1991 a 15h35



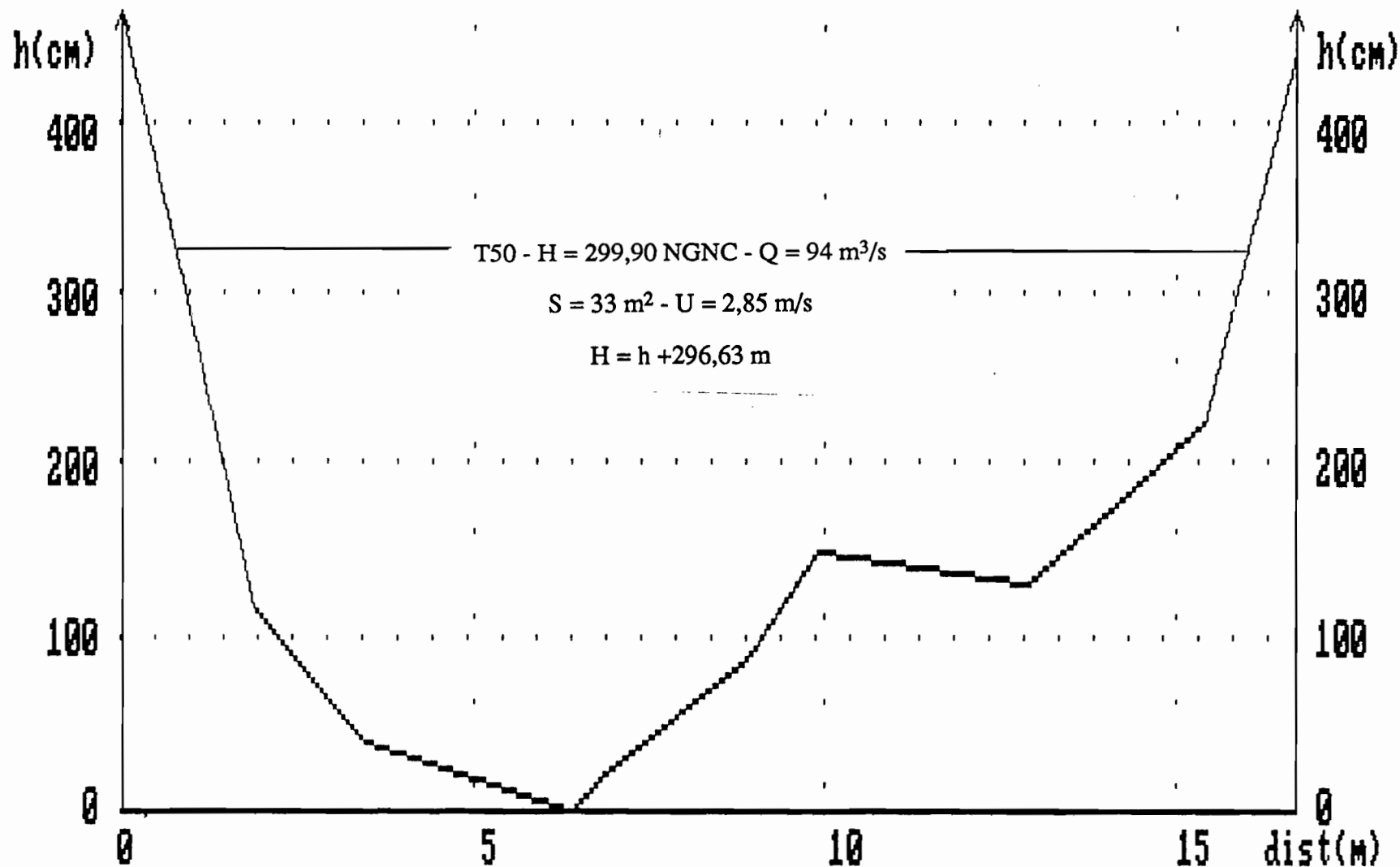
PROFIL TRANSVERSAL du : naoueanna
Code : 5705104501

a cote 300
Date : 07/02/1991 a 11h30



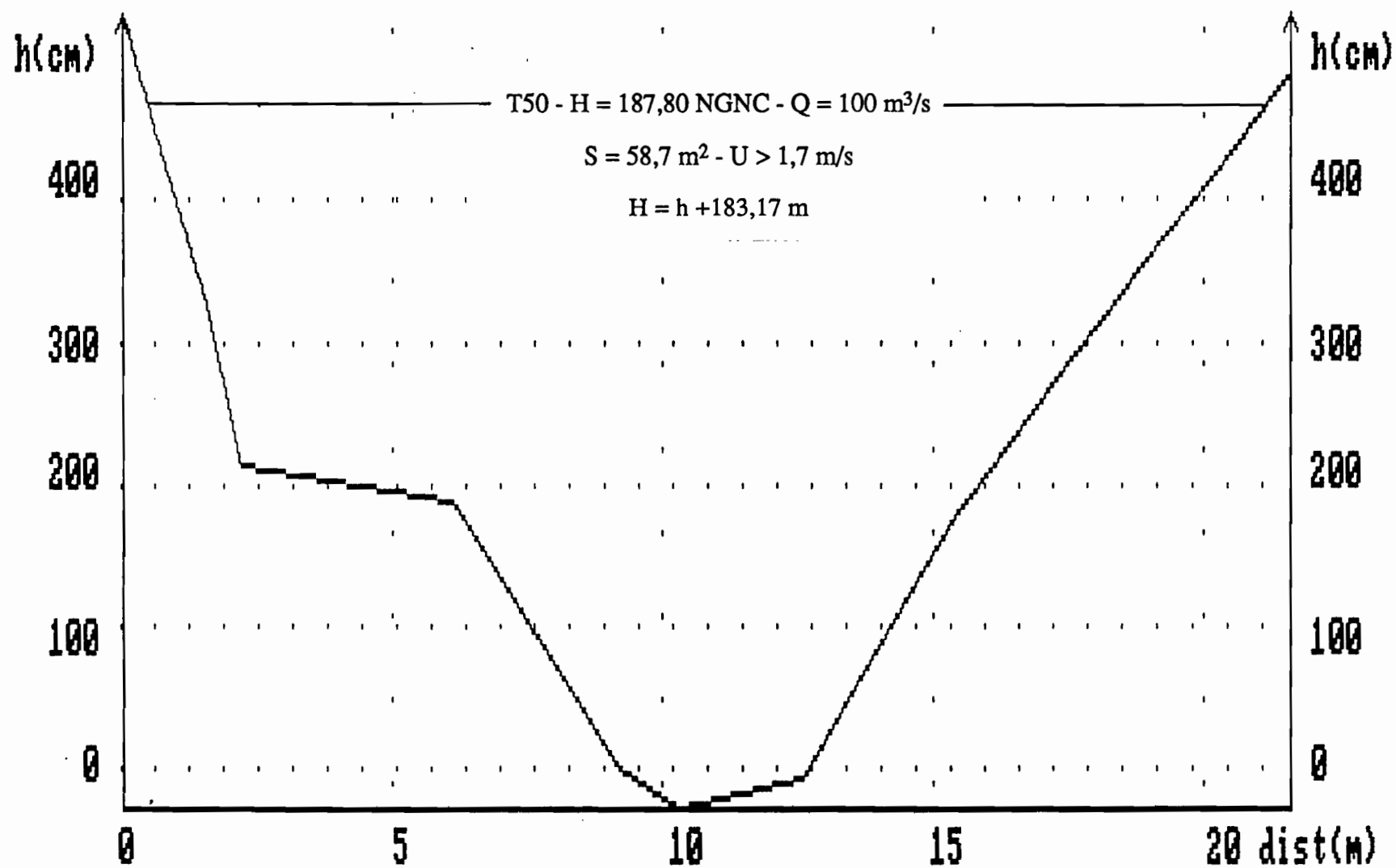
PROFIL TRANSVERSAL du : affluent naoueanna
Code : 5705106101

Date : 14/03/1991 a 09h00



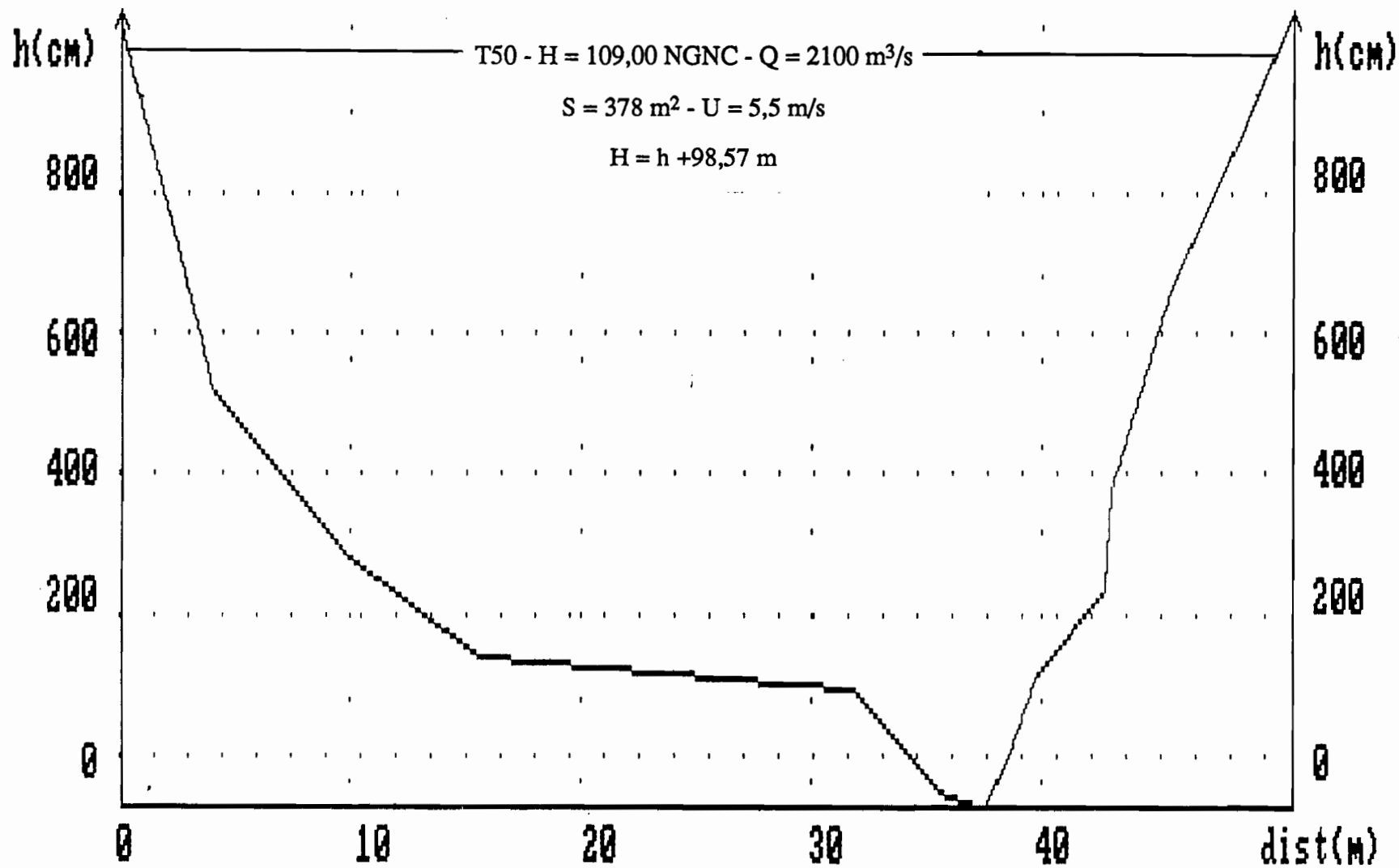
PROFIL TRANSVERSAL du : creek Pandanus
Code : 5705107201

a cote 180
Date : 07/02/1991 a 10h15



PROFIL TRANSVERSAL du : oua mendiou
Code : 5705100132

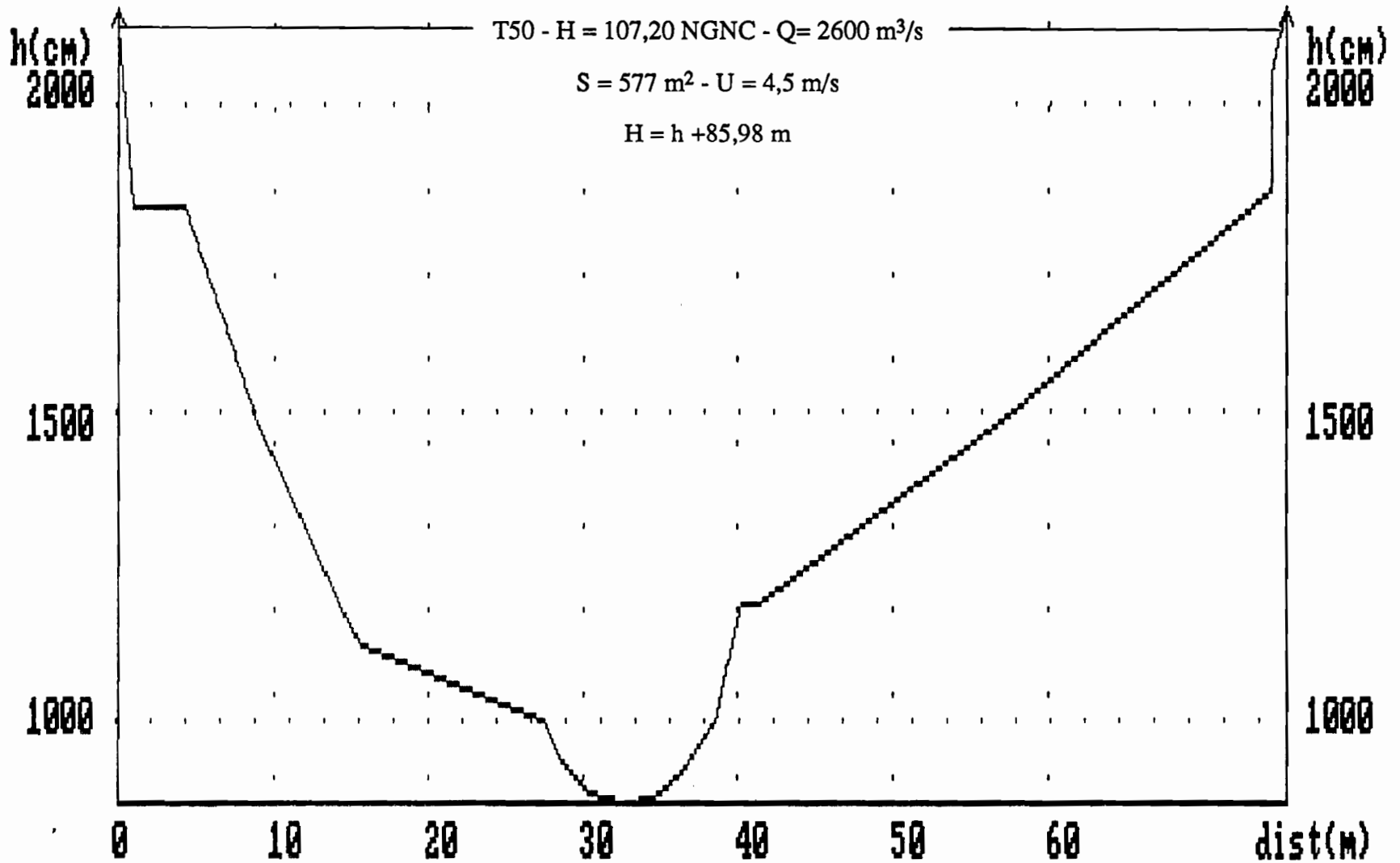
a cote 100
Date : 07/02/1991 a 10h15



30

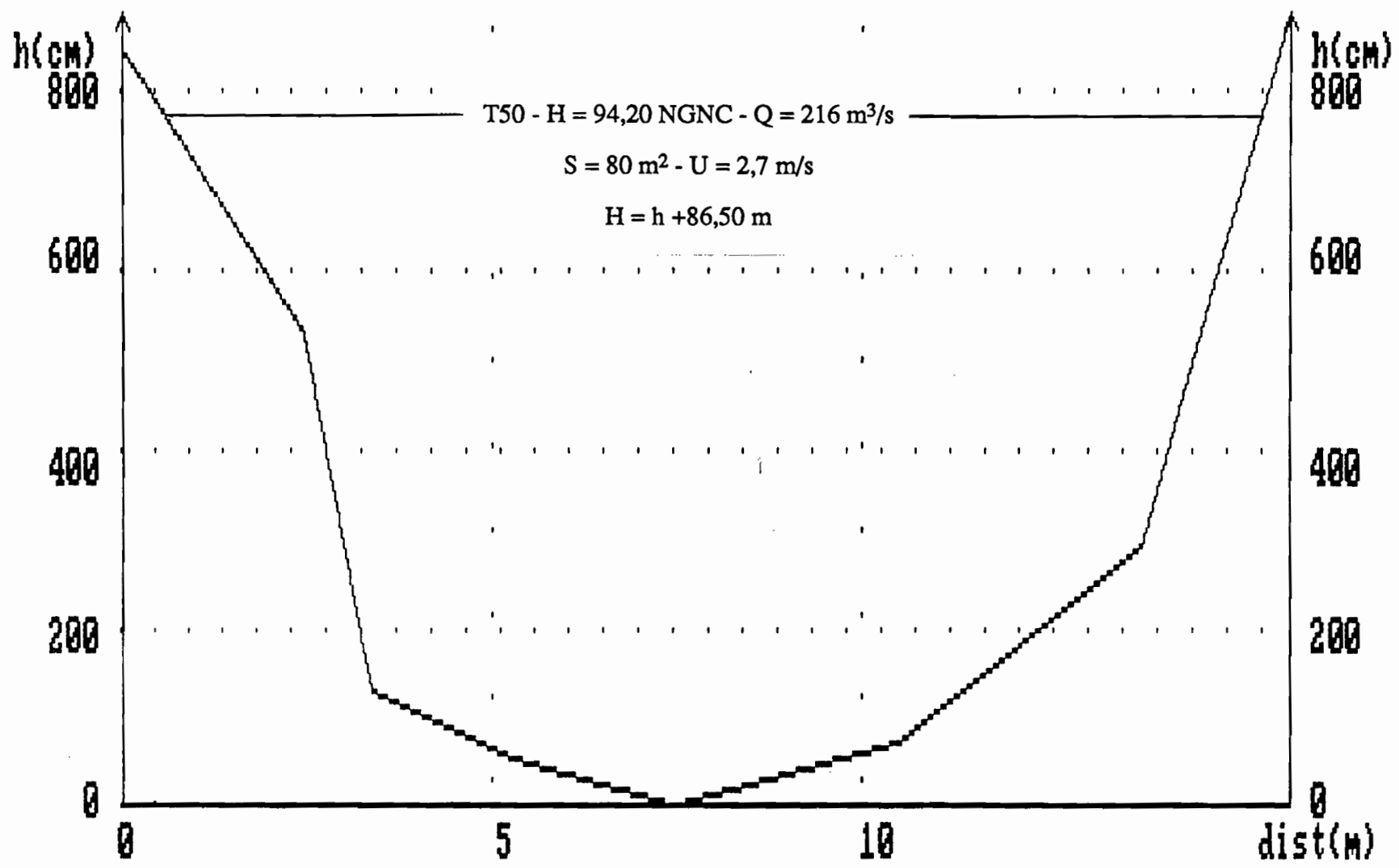
PROFIL TRANSVERSAL du : Aoue Anga
Code : 5705102001

a Cote 100
Date : 31/01/1991 a 10h15



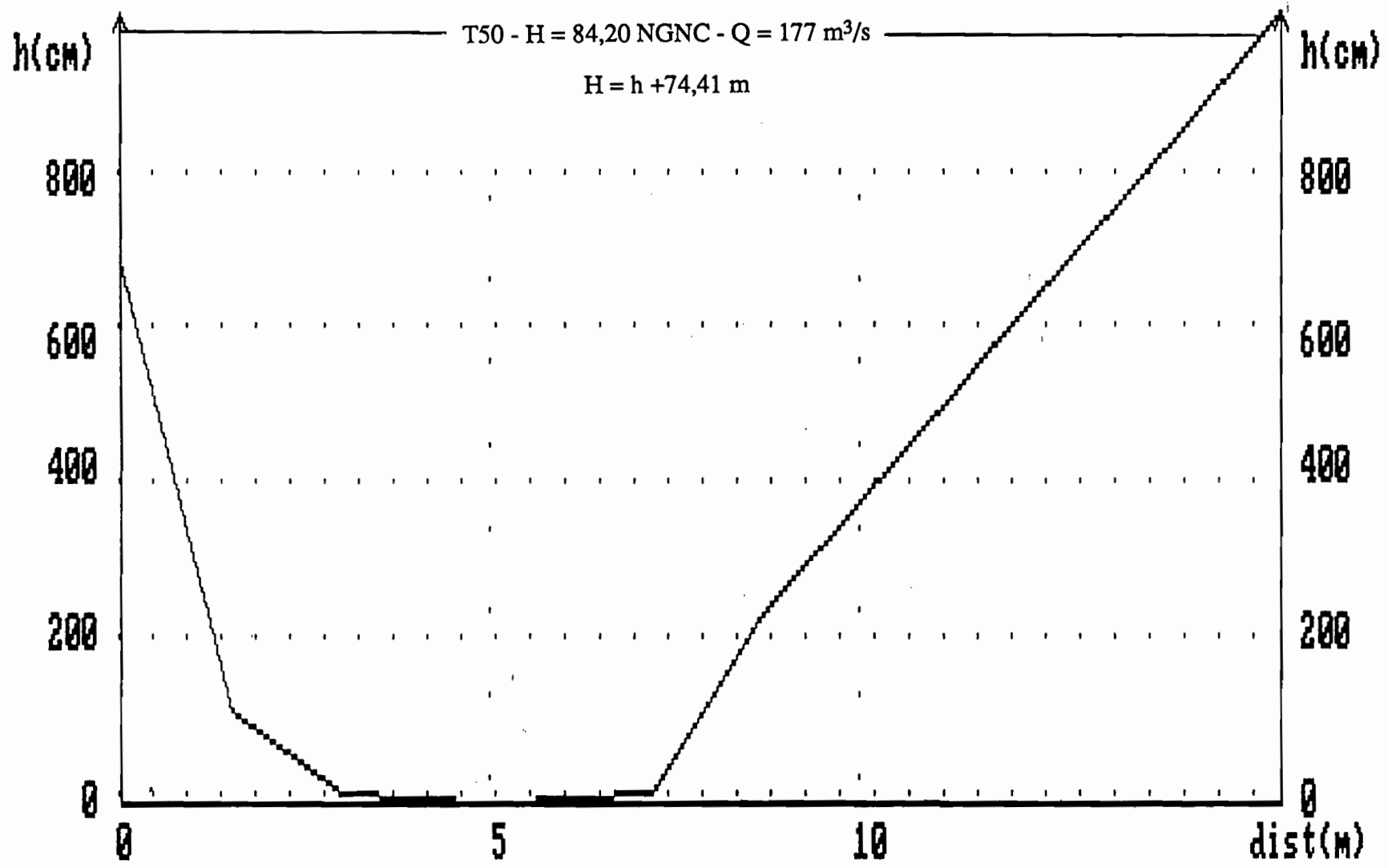
PROFIL TRANSVERSAL du : 1er creek aval bopope
Code : 5705107302

Date : 19/02/1991 a 07h30



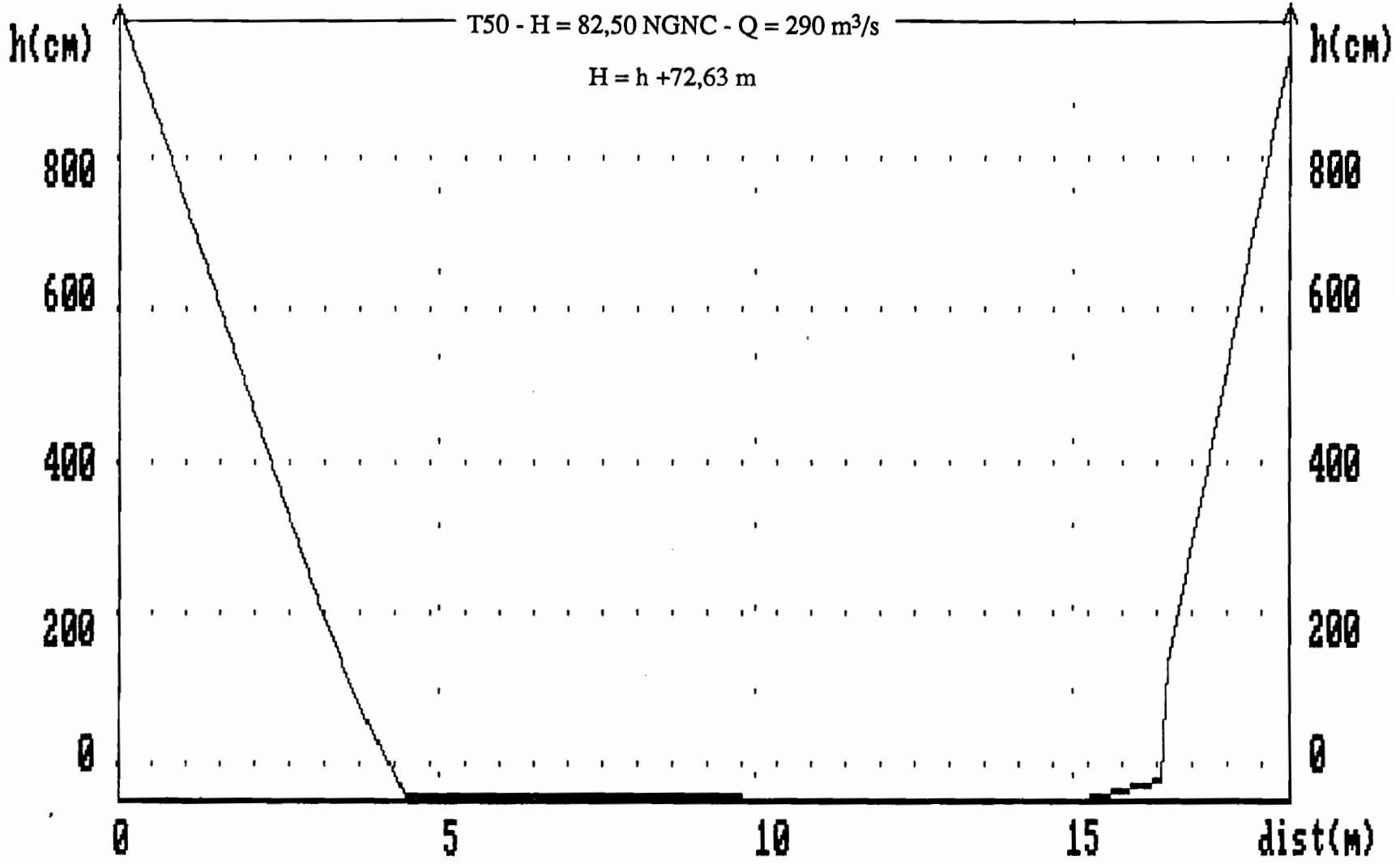
PROFIL TRANSVERSAL du : Zeme creek aval bopope
Code : 5705104401

a cote 77
Date : 19/02/1991 a 06h30



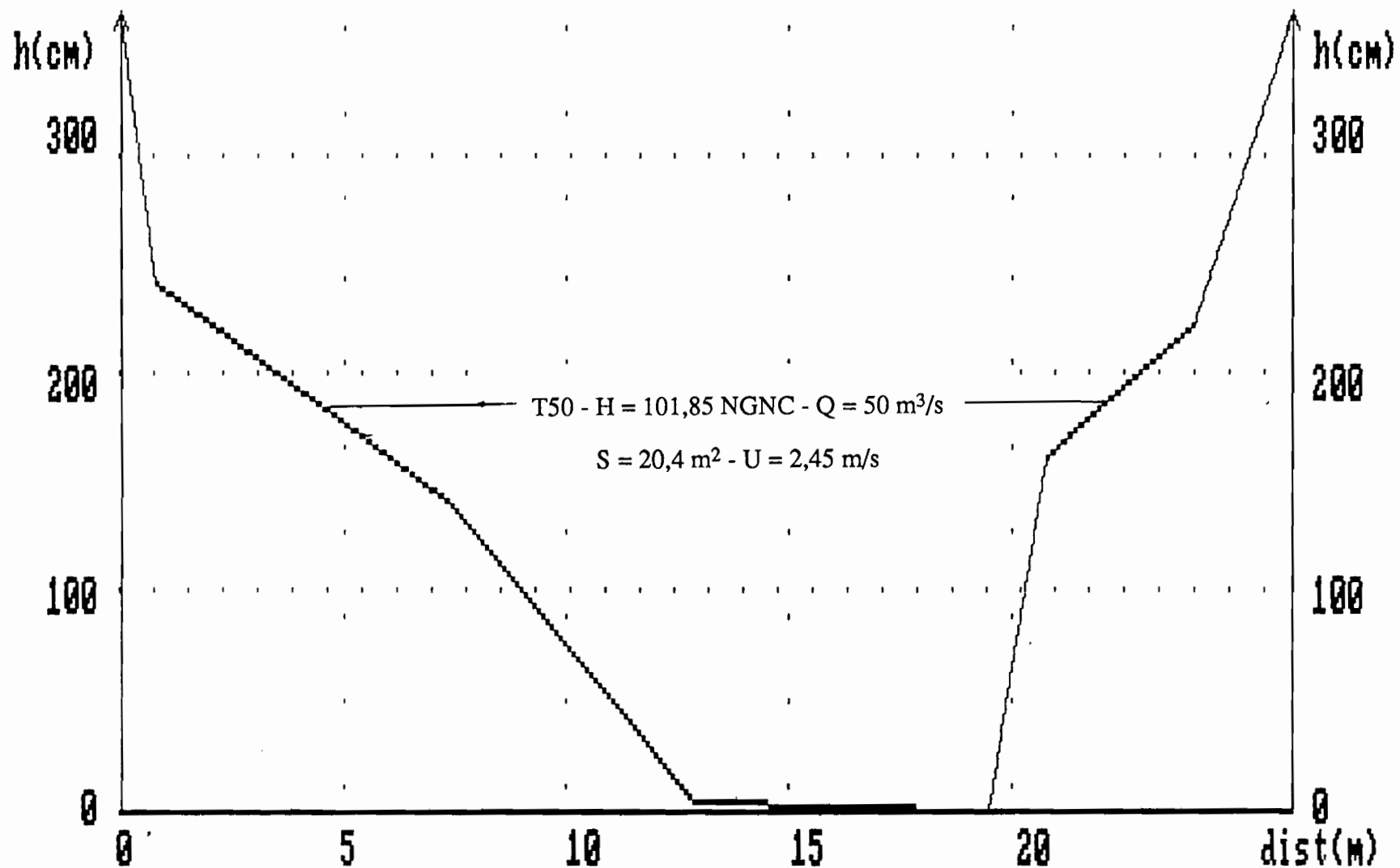
PROFIL TRANSVERSAL du : Popetchiane
Code : 5705103605

a cote 75
Date : 14/02/1991 a 08h30



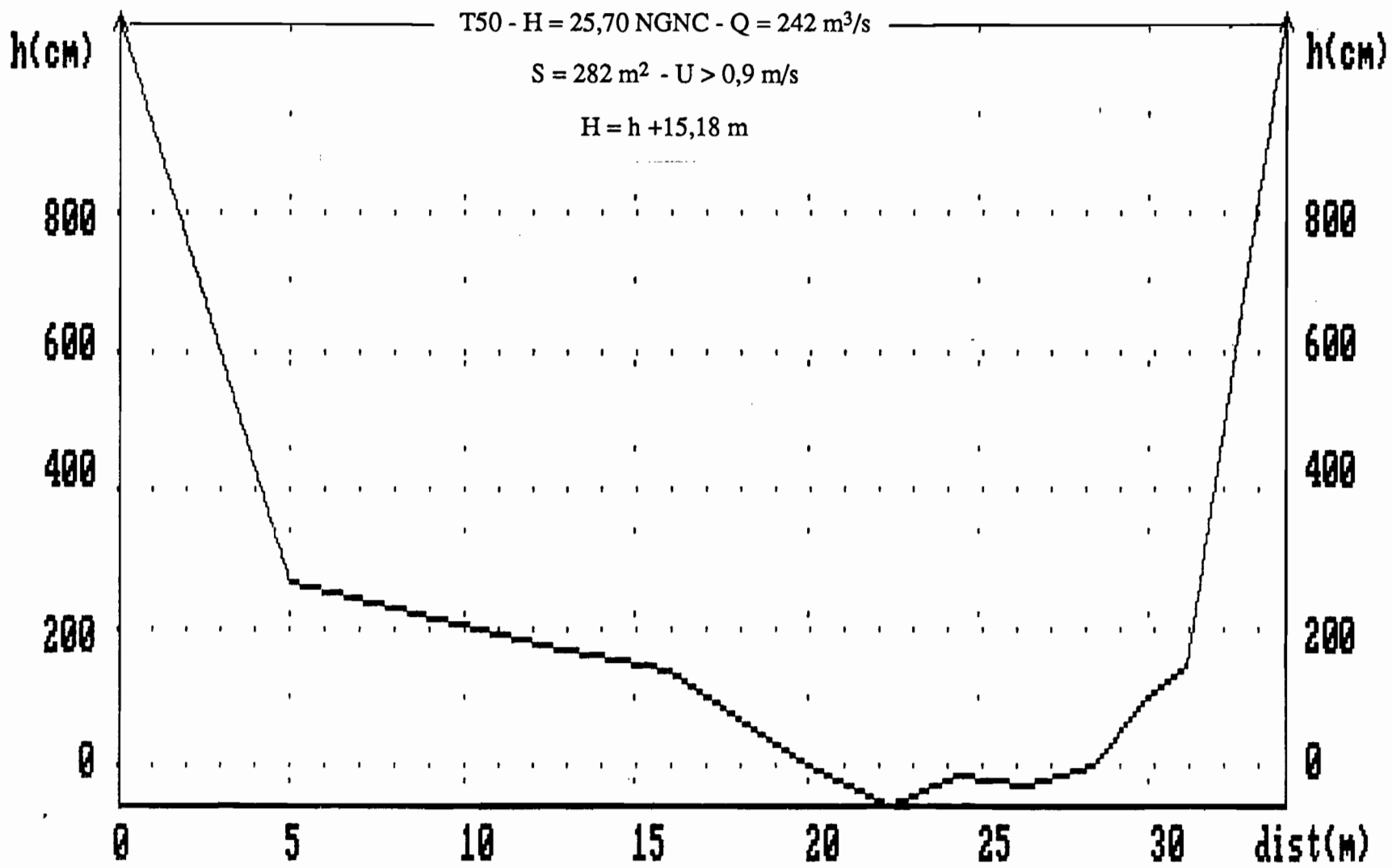
PROFIL TRANSVERSAL du : affluent Apoapoujou
Code : 5705107701 Section de l'échelle

a cote 220
Date : 14/02/1991 a 07h30



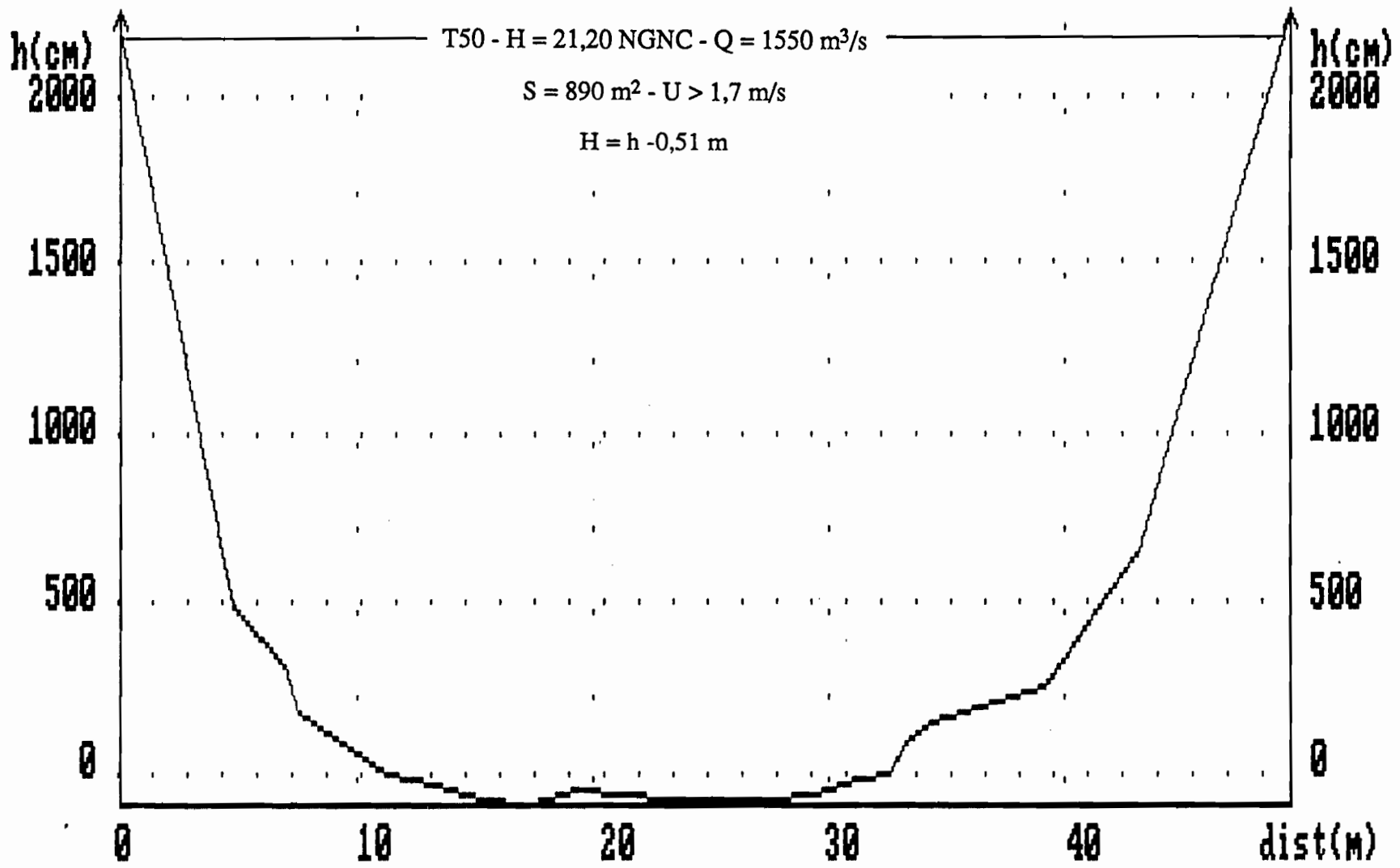
PROFIL TRANSVERSAL du : apoapoujou
Code : 5705103805

a cote 15
Date : 20/02/1991 a 14h00



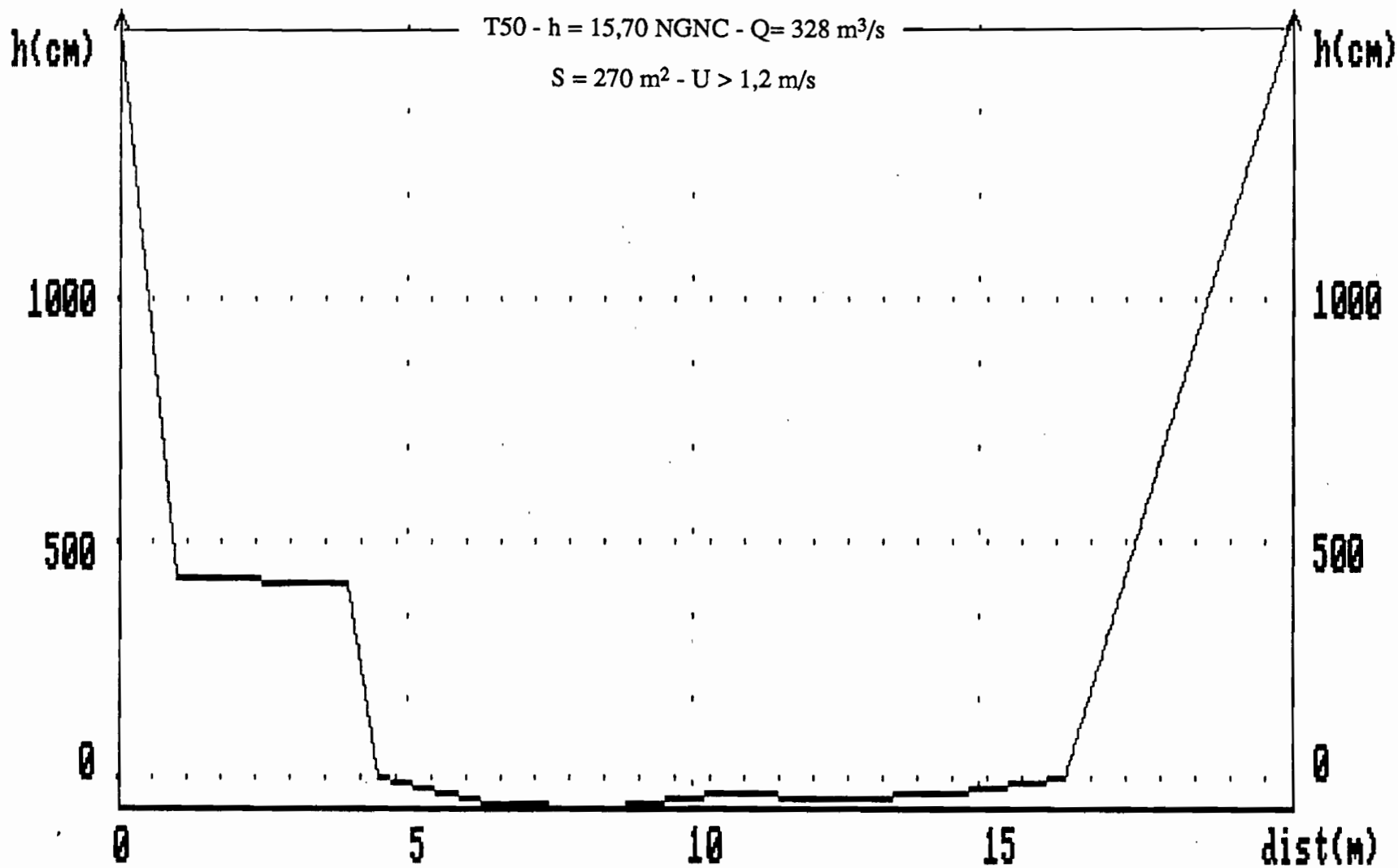
PROFIL TRANSVERSAL du : tibouaban
Code : 5705103905

a aval
Date : 19/02/1991 a 11h30



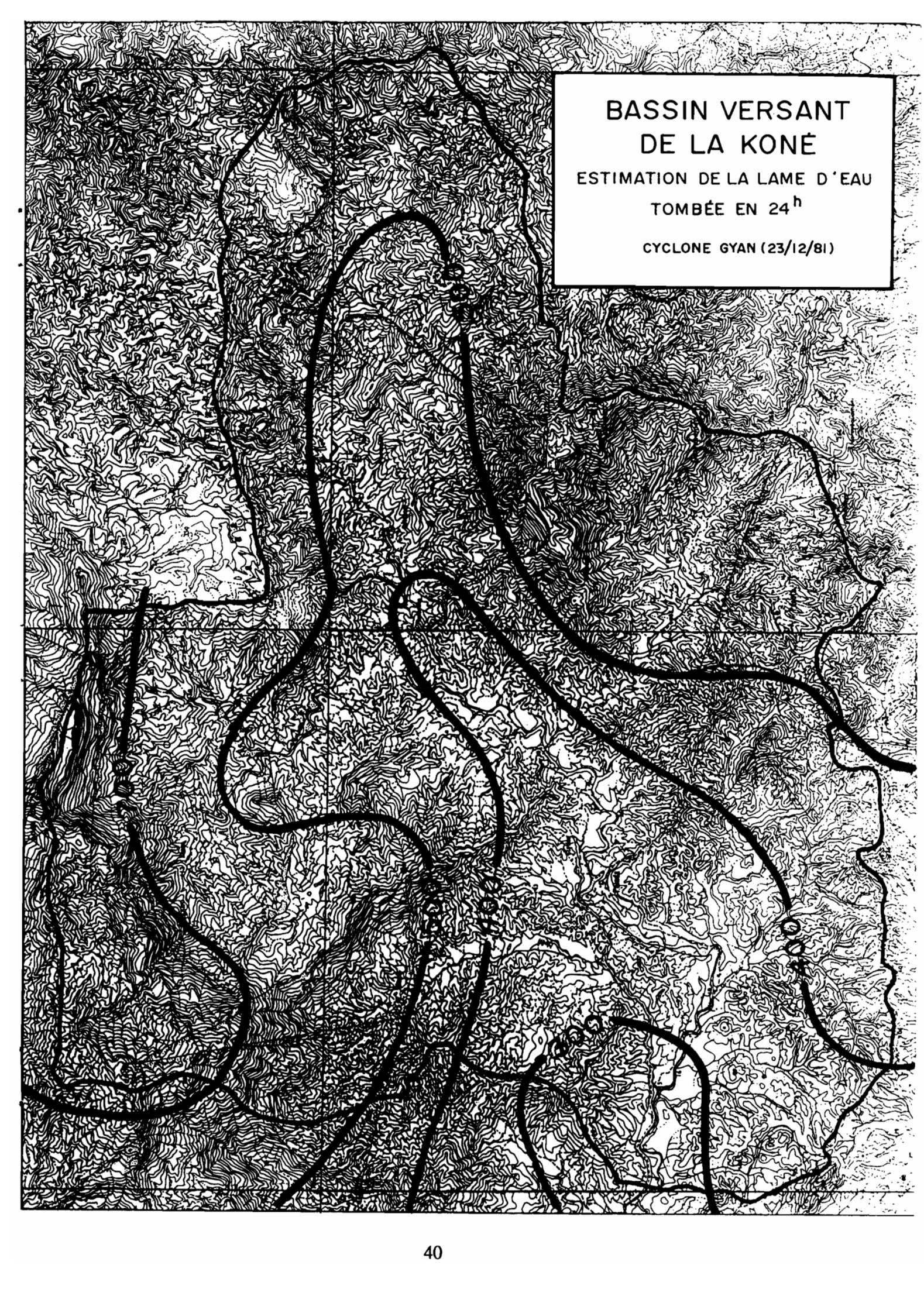
PROFIL TRANSVERSAL du : ondou
Code : 5705103405

a aval borne ngnc
Date : 19/02/1991 a 12h00



ANNEXE 2

**Isohyètes pour différents événements pluviométriques
Bassins versants de la KONE et de la TIWAKA.**



BASSIN VERSANT
DE LA KONÉ
ESTIMATION DE LA LAME D'EAU
TOMBÉE EN 24^h
CYCLONE GYAN (23/12/81)



The image is a topographic map of the Bassin Versant de la Koné watershed. The map features a dense network of contour lines representing elevation. A prominent, thick black line traces a path through the terrain, likely indicating a specific water flow route or a boundary for the study area. The map is oriented vertically, with the watershed boundary generally following the left and right sides of the frame.

**BASSIN VERSANT
DE LA KONÉ**

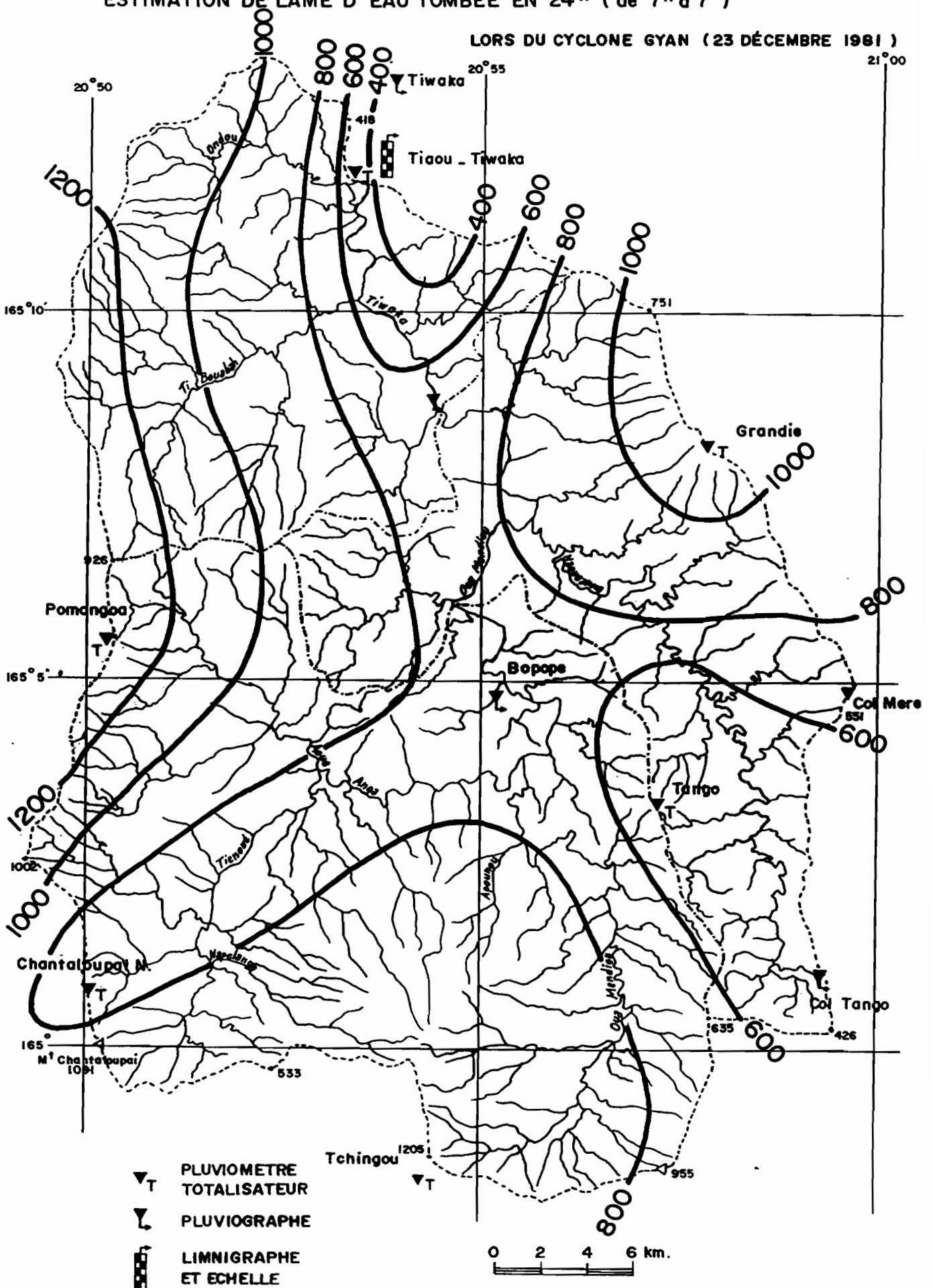
ESTIMATION DE LA LAME D'EAU
TOMBÉE EN 24^h

ÉVÈNEMENT DU 22/03/91

BASSIN VERSANT DE LA TIWAKA

ESTIMATION DE L'AMPLI D'EAU TOMBÉE EN 24^h (de 7^h à 7^h)

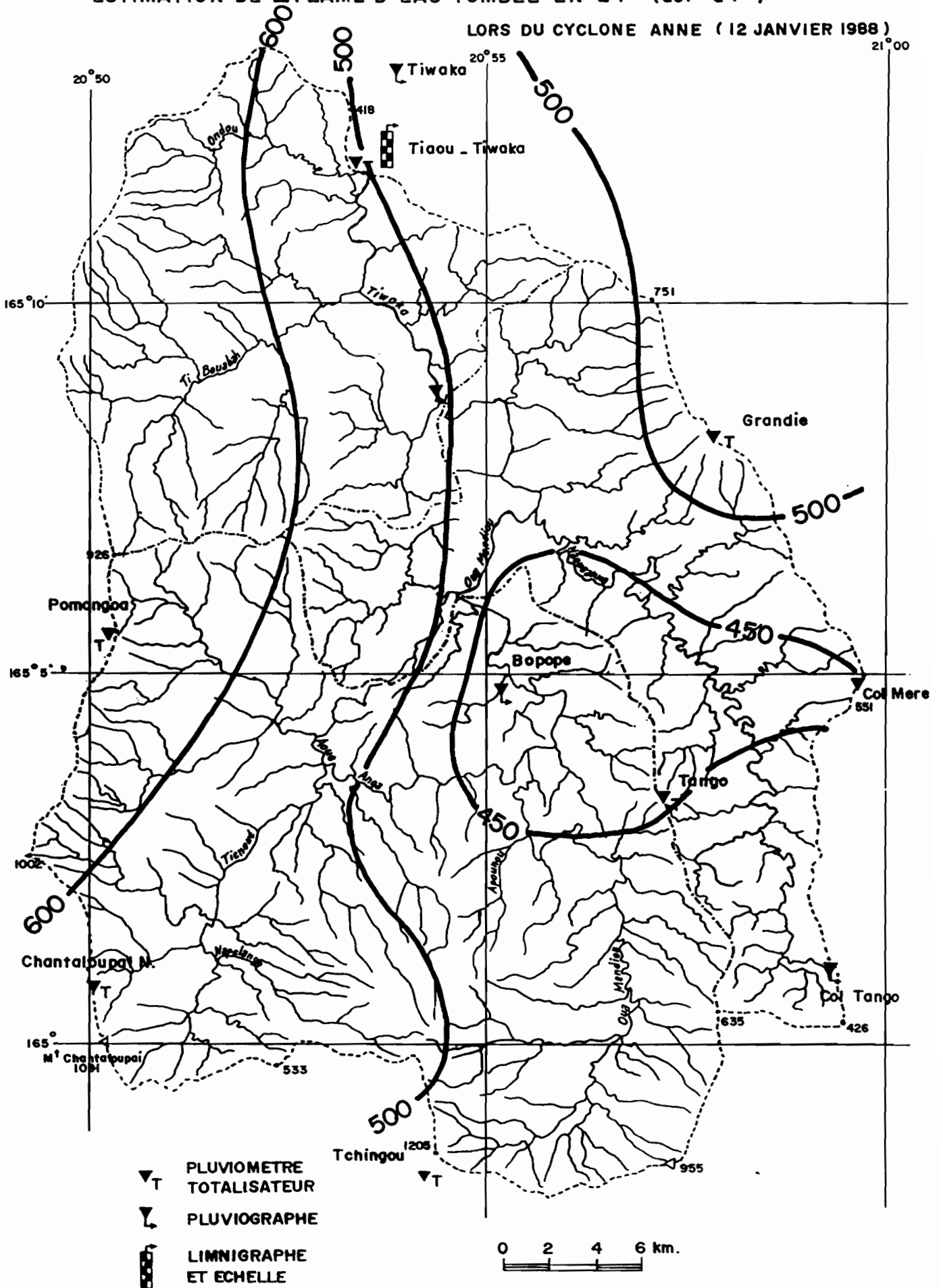
LORS DU CYCLONE GYAN (23 DÉCEMBRE 1981)



BASSIN VERSANT DE LA TIWAKA

ESTIMATION DE LA LAME D'EAU TOMBÉE EN 24^h (de 7^h à 7^h)

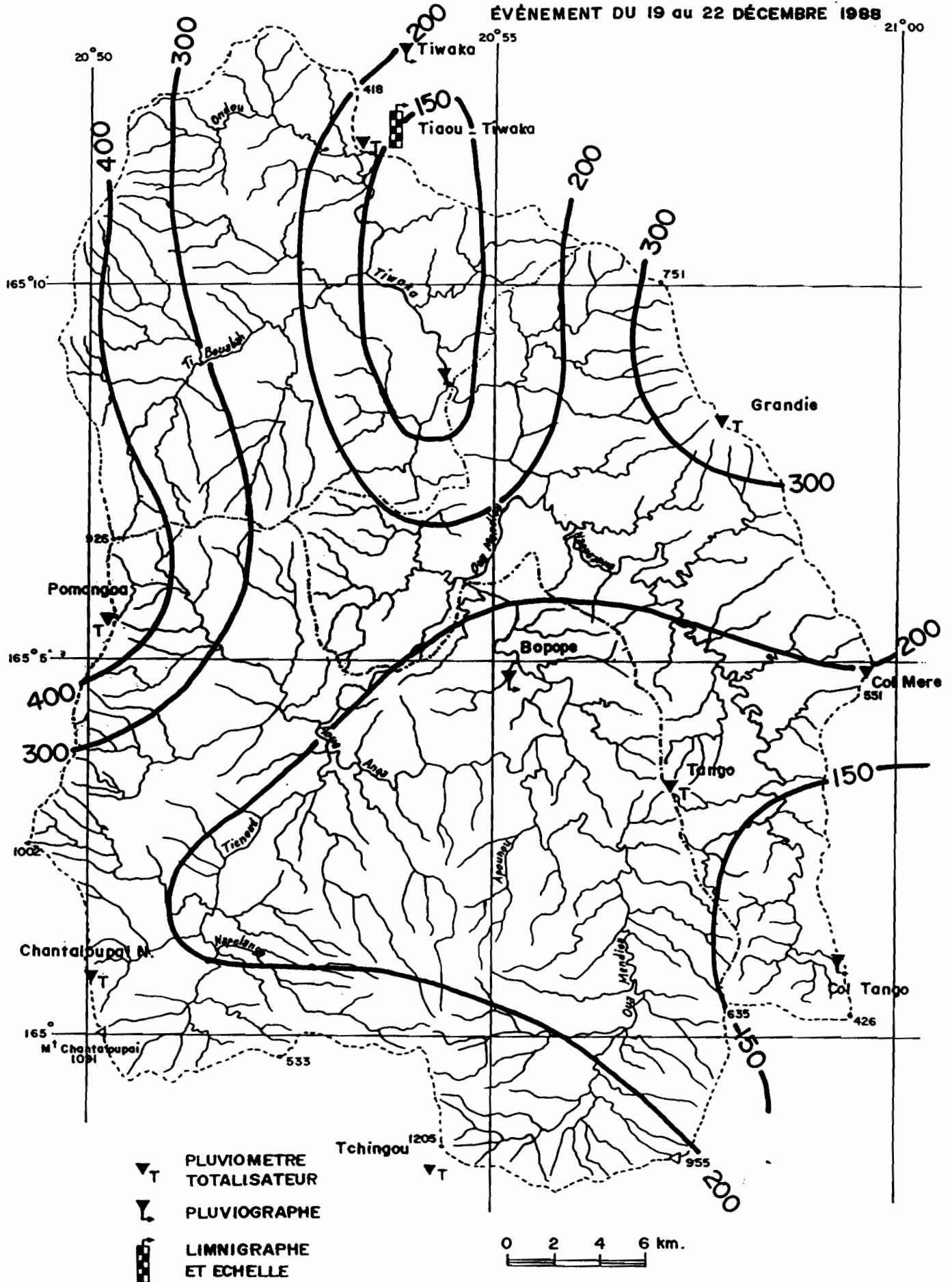
LORS DU CYCLONE ANNE (12 JANVIER 1988)



BASSIN VERSANT DE LA TIWAKA

ESTIMATION DE LA LAME D'EAU TOMBÉE EN 24^h (de 7^h à 7^h)

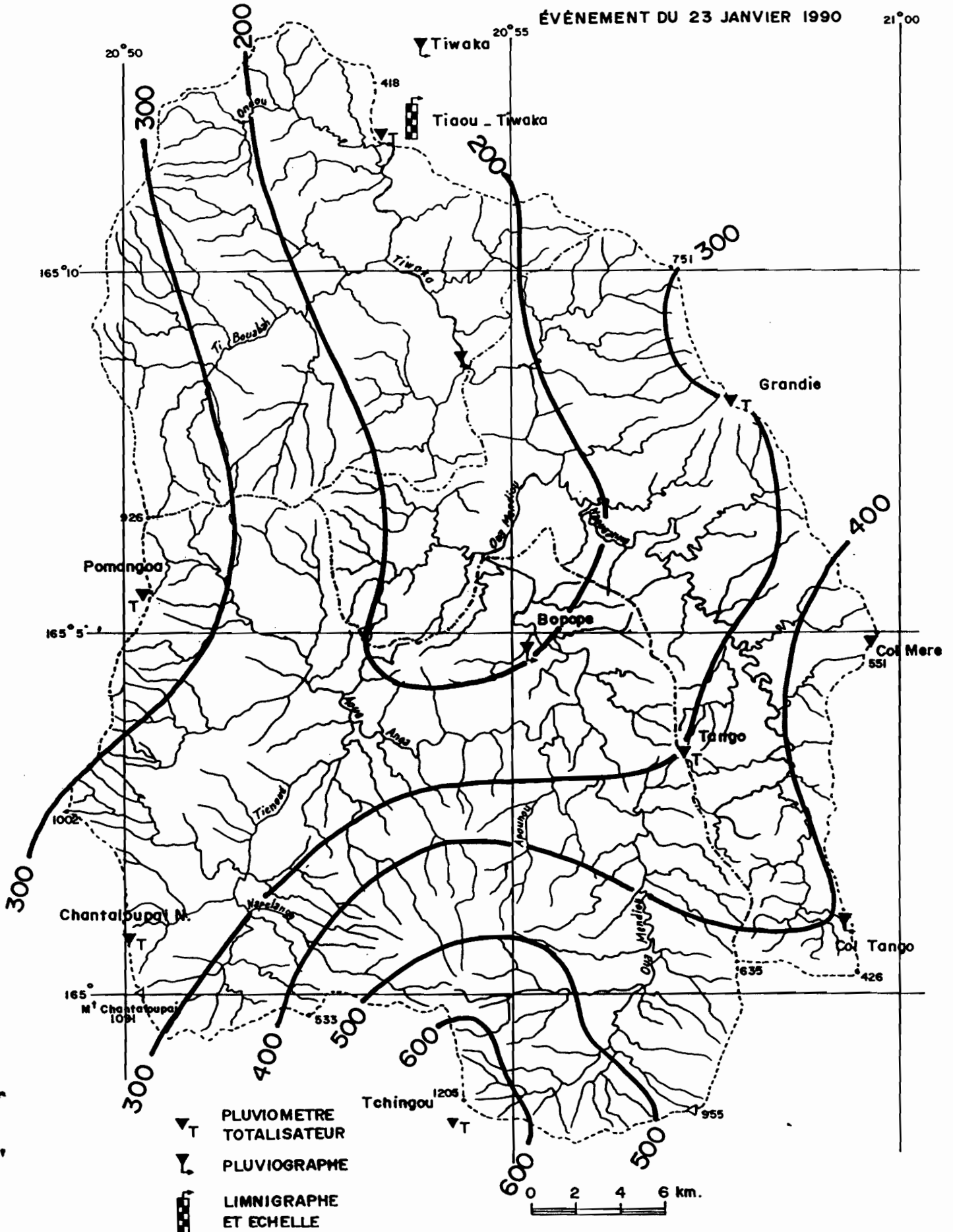
ÉVÈNEMENT DU 19 au 22 DÉCEMBRE 1988



BASSIN VERSANT DE LA TIWAKA

ESTIMATION DE LA LAME D'EAU TOMBÉE EN 24^h (de 7^h à 7^h)

ÉVÈNEMENT DU 23 JANVIER 1990



BASSIN VERSANT DE LA TIWAKA

ESTIMATION DE LA LAME D'EAU TOMBÉE EN 24^h (de 7^h à 7^h)

ÉVÈNEMENT DU 22 MARS 1991

