

OFFICE DE LA RECHERCHE SCIENTIFIQUE

ET TECHNIQUE OULRE-MER

CENTRE ORSTOM DE CAYENNE

ETUDE de L'ALIMENTATION en EAU
de la BASE SPATIALE de KOUROU

par

Jacques HOORELBECK
Hydrologue à l'ORSTOM

Avril 1966

OFFICE de la RECHERCHE
SCIENTIFIQUE et TECHNIQUE
OUTRE-MER

CENTRE NATIONAL
d'ETUDES SPATIALES

ETUDE de l'ALIMENTATION en EAU
de la BASE SPATIALE de KOUROU

par
Jacques HOORELBECK
Hydrologue à l'ORSTOM

Cote O R S T O M
H . 29

Par convention n° 347, le CENTRE NATIONAL D'ETUDES SPATIALES, confiait au Centre de l'OFFICE de la RECHERCHE SCIENTIFIQUE ET TECHNIQUE D'OUTRE-MER de CAYENNE, des études ayant pour but de définir les conditions de ravitaillement en eau douce des installations de la Base Spatiale de KOUROU. Les besoins envisagés sont de 1000 m³/jour dans une première phase et de 5000 m³/jour dans une phase ultérieure.

Ces études ne concernaient que les eaux de surface.

Le présent rapport expose les résultats des observations effectuées en 1964 et 1965.

Il comporte :

I°) Une étude de l'influence de la marée saline dans le fleuve KOUROU.

II°) Les résultats de reconnaissance de la Crique KAROUABO.

III°) Les résultats d'une année d'étude sur la Crique MALMANCOURY.

· C H A P I T R E I

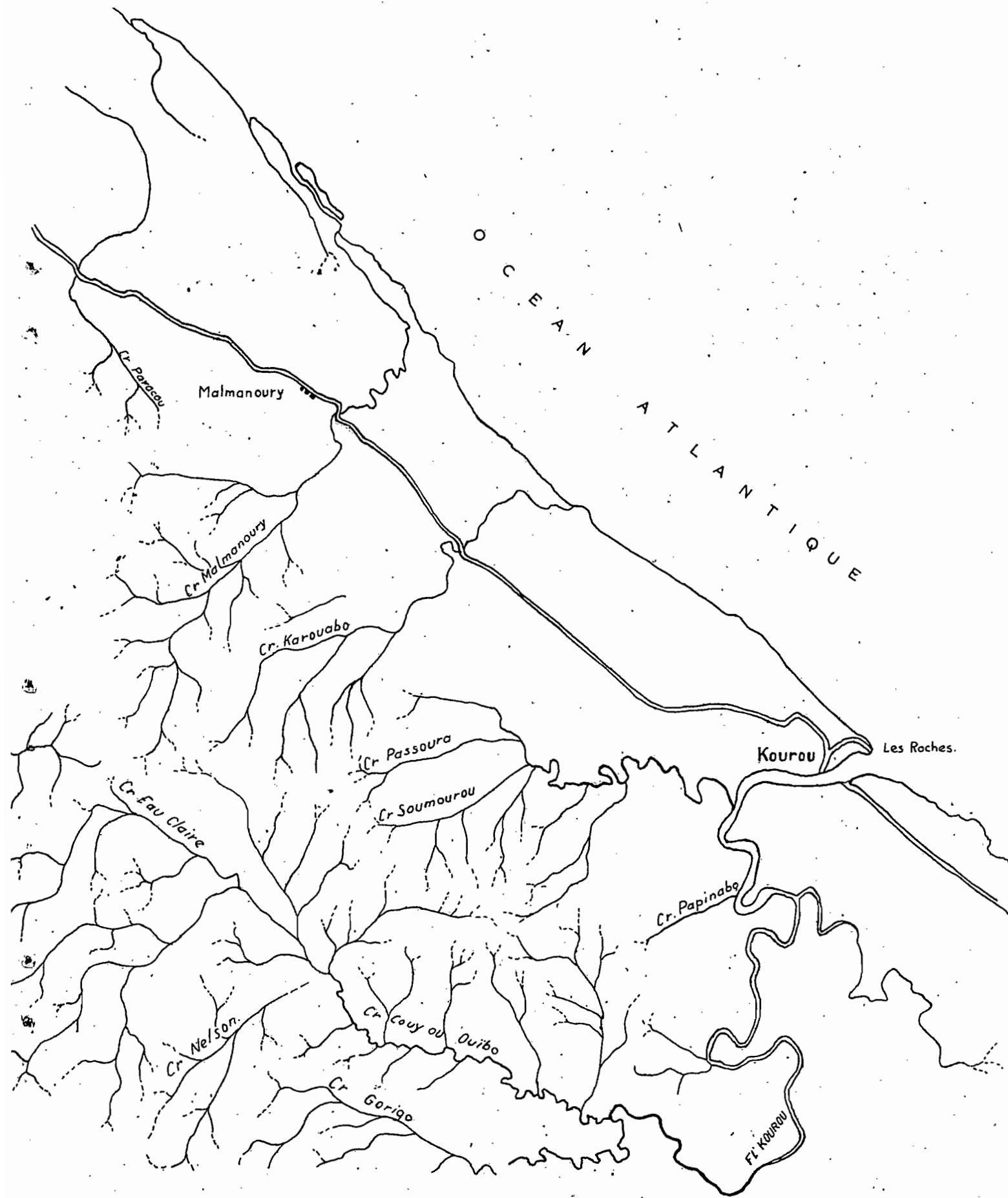
SITUATION du SECTEUR D'ETUDE

Le secteur d'étude est compris entre 5° et 5°,30 de latitude Nord et 52°,30 - 53° de longitude Ouest. Le graphique n° I montre la situation de chacun des cours d'eau étudiés.

Le KOUROU est un petit fleuve côtier de 112 km de long, avec un bassin versant d'une superficie de 2000 km² environ. Les principaux affluents du KOUROU sont à partir de l'amont :

<u>Rive gauche</u>	<u>Rive droite</u>
- Cr. SINNAMARY	- Cr. NATIONAL
- Cr. CAMPI	- Cr. GALIBI
- Cr. FOSSE	- Cr. CAIMAN
- Cr. GORIGO	- Cr. SINGES ROUGES
- Cr. COUI	- Cr. DES PERES
- Cr. PASSOURA	

Comme toutes les rivières Guyanaises, la pente du KOUROU est faible, ce qui permet aux marées de faire sentir très loin leur action. Sur le KOUROU le flux et reflux interviennent jusqu'au saut GORIGO, (action mécanique).



La Crique KAROUABO est longue d'environ 21 km, elle prend sa source dans un massif schisteux, mais la plus grande partie de son cours s'écoule à travers des terrains argilo-sableux du quaternaire marin.

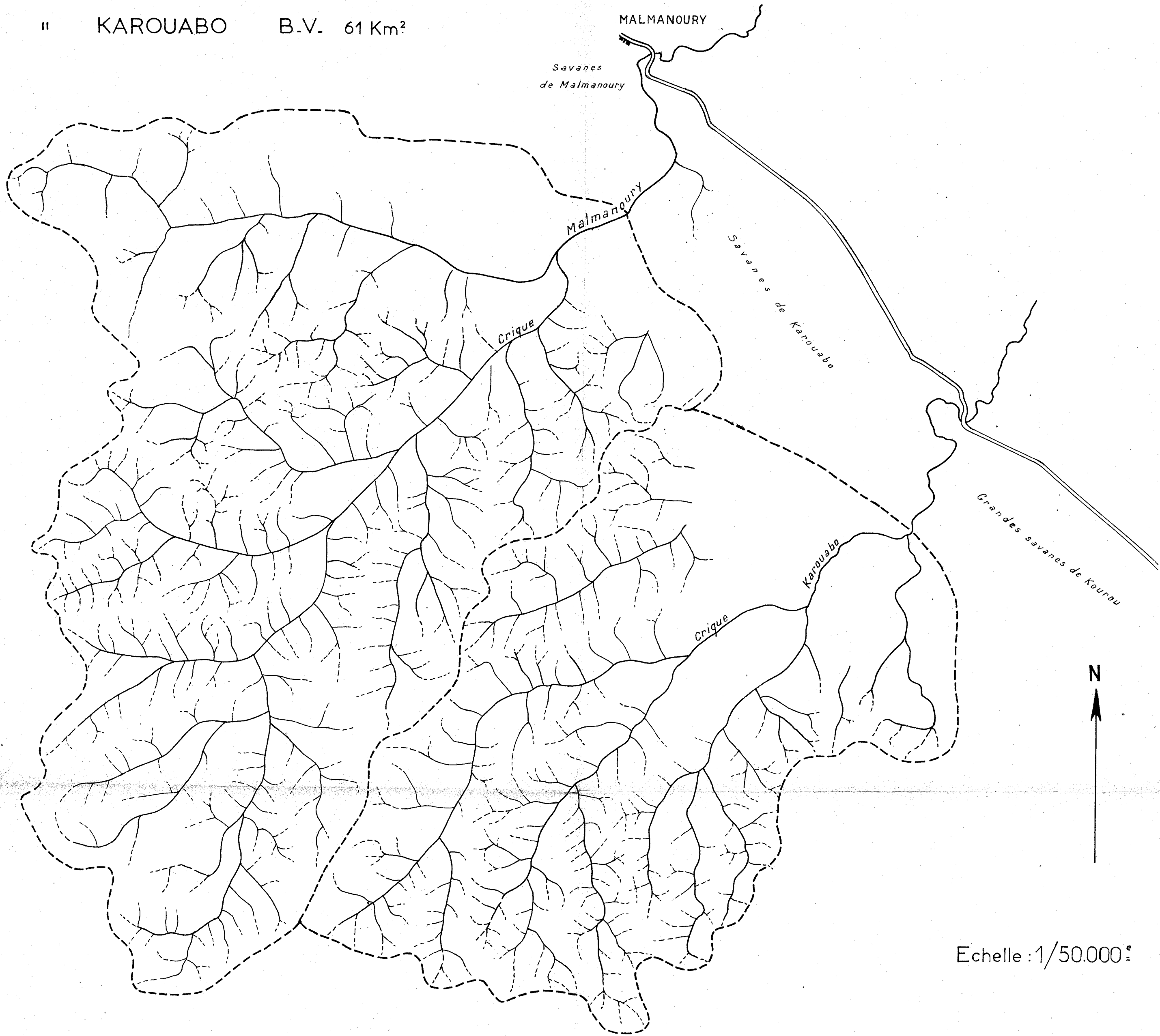
Dans ces alluvions, l'absence de ligne de crête nette, rend difficile le tracé exact de son bassin versant; de plus les marécages "pripri KAROUABO" et "pripri MALMANOURY" permettent les communications entre bassins à certaines époques de l'année.

En considérant les éléments défavorables que nous venons d'évoquer, nous avons fermé le bassin versant de la Crique de KAROUABO au point où cette Crique pénètre dans les savanes; le bassin résultant, à une superficie de 62 km² environ.

La Crique MALMANOURY est plus importante que la précédente; elle mesure 26 km de long et reçoit plusieurs petits affluents. Dans la partie supérieure de son cours, le relief de son bassin est plus accentué que celui de la Crique KAROUABO; les hauteurs de crête s'échelonnent entre 40 et 50 mètres. Mais dès qu'elle aborde les savanes, les difficultés rencontrées pour déterminer le bassin versant de la KAROUABO se retrouvent. Fermé à la hauteur de la station de jaugeage, le bassin versant de la Crique MALMANOURY mesure environ 97 km².

CRIQUE MALMANOURY B.V. 97,75 Km²

" KAROUABO B.V. 61 Km²



Echelle : 1/50.000^e

N



CHAPITRE II

REALISATION du PROGRAMME

Matériel et Installations

Mesure de salinité

L'étude de la remontée du front salin dans le KOUROU a été faite à l'aide d'un appareil permettant les mesures instantanées de la température et de la salinité.

Cet appareil fabriqué par la firme Anglaise WAINÉ KERN sous la référence B 44I se compose de deux parties. La première partie comprend, un boîtier étanche, renfermant l'unité électronique qui est basée sur le principe d'un pont de Wheatstone, transistorisé; sur le dessus de ce boîtier se trouve une prise multibroches pour le raccordement d'un câble; un logement pour une pile au mercure de 4 V; un galvanomètre et deux potentiomètres avec cadrans gradués, l'un en unité de température de 0 à 30°, l'autre en pourcentage de salinité avec deux échelles de 0 & 30 ‰ et de 29 à 37 ‰. Sous le cadran des températures un contacteur permet les quatre fonctions suivantes : arrêt, température, base salinité, haute salinité; enfin sous l'autre cadran le bouton d'un troisième potentiomètre permet d'équilibrer l'amplification du signal à transmettre au galvanomètre.

La deuxième partie se compose : d'un cable de 100 mètres de long, l'une des extrémités de ce cable comporte une prise de raccordement avec le pont; l'autre , les électrodes à plonger dans l'eau pour les mesures.

Plusieurs fois testé au laboratoire du Centre ORSTOM de CAYENNE, ce pont a toujours donné des résultats à 0,1 % près de chlorure de sodium.

Mesure des débits

Pour l'étude des débits de la Crique MALMANOURY, nous avons employé des moulinets O.T.T. du type ARKANSAS. Pour l'enregistrement des hauteurs d'eau nous avons installé à l'emplacement de la station de jaugeage une station limnimétrique équipée d'un limnigraphe O.T.T. du type X.

Analyses

Toutes les analyses chimiques ont été effectuées au laboratoire du Centre ORSTOM de CAYENNE.

Moyens mis en oeuvre

Personnel - Organisation

Comme il était indispensable pour la bonne marche de cette Etude de réunir le plus de conditions favorables possible, la campagne a débuté dès que nous avons été mis au courant du projet, le 14 Mai 1964, avant même la signature de la convention.

Le personnel sous la direction de Monsieur HOCRELBECK, hydrologue de l'ORSTOM, comprenait un adjoint technique, Monsieur KONG, un observateur, un canotier, et une équipe de cinq manoeuvres.

Pour les mesures de salinité sur le KOUROU, nous avons loué un canot créole à un pêcheur de village; ce canot était équipé d'un moteur hors bords de 40 cv, un second moteur de 18 cv était emporté pour le cas où le 40 cv tomberait en panne.

L'équipe qui a prospecté la KAROUABO et la MALMANOURY avait installé des campements provisoires aux abords même de ces Criques. Les conditions de travail étaient rendues pénible par les moustiques qui infectent la région de jour comme de nuit.

Pendant tout le temps que dura la campagne, une équipe s'est rendue chaque semaine sur la Crique MALMANOURY pour effectuer le relevé des limnigrammes et mesurer la vitesse du courant.

MATERIEL

Le matériel utilisé comprenait :

- I véhicule (Land-Rover ou camionnette Peugeot)
- I canot de location
- I moteur Johnson 40 cv.
- I moteur Johnson 18 cv
- I canot canadien en tôle d'aluminium
- 2 moulinets O.T.T.
- I limnigraphe O.T.T.
- du matériel de campement

CHAPITRE III

DÉROULEMENT de la CAMPAGNE sur le KOUROU

Pour réaliser l'étude de la remontée des eaux salées dans le fleuve KOUROU et situer le point le plus éloigné de la mer que peut atteindre le front de salinité, il fallait se placer dans les conditions particulières, favorisant au maximum cette remontée. Ces conditions sont réunies lorsque coïncident une marée de grand coefficient et un très faible débit fluvial.

L'observation de la pluviosité sur l'ensemble de la Guyane au début de 1964 et au cours des années précédentes, ainsi que celle des débits dans les fleuves qui comportent des stations hydrométriques de l'ORSTOM nous permettent d'estimer qu'au mois de Mai 1964 le débit du KOUROU était très faible. De plus grâce à ces études en cours à cette époque, il apparaissait nettement que la saison hydrologique 1963 - 1964 qui débute avec le retour des précipitations en Octobre avait été particulièrement déficitaire, la petite saison des pluies ayant pratiquement disparu.

En conséquence, nous avons procédé le 14 Mai 1964, juste avant le retour des précipitations de la grande saison des pluies à une première série d'observations, profitant d'une marée importante de 3 m, 30.

Nous avons quitté KOUROU à 5 h 35 et nous avons remonté le fleuve jusqu'à ce que nous trouvions de l'eau douce à l'étale de pleine mer.

Ces conditions ont été trouvées à la station marquée J sur le graphique n° 2. Cette station se situe à 30 km de KOUROU par le fleuve et à 12 km à vol d'oiseau. Les prélèvements pour analyses ont été effectués au point marqué I (0,500 en aval de J) et à un point K situé à 2,500 km en amont de J.

Le fleuve était étale au point K à 8 h 35, c'est à dire 3 h 12 après la pleine mer aux Iles du Salut.

On trouvera ci-dessous un tableau donnant l'emplacement des différentes stations et le taux de sel que nous y avons trouvé.

POINT	DISTANCE	HEURE	TAUX de SEL
A	4 km	5 h 35	20 %
B	8,5 "	6 h 05	21 %
C	15 "	6 h 30	16 %
D	17,5 "	6 h 40	11 %
E	21,5 "	6 h 57	7,2 %
F	25 "	7 h 14	4 %
G	28,5 "	7 h 30	1,5 %
H	29 "	7 h 35	2 %
I	29,5 "	7 h 52	0,4 %
J	30 "	8 h 01	0, %
K	32,5	8 h 12	0, %

Les distances sont prises à partir de KOUROU.

Pour les points G,H,I,J,K, plusieurs mesures de salinité ont été effectuées, selon la profondeur, les taux indiqués sont les plus fortes mesures en chacun de ces points.

Après cette première série de mesures; la saison des pluies débutait et parallèlement le débit du fleuve augmentait. Cet accroissement du débit d'eau douce repoussait vers l'aval la limite du front salin. Notre but n'étant pas de faire une étude systématique du déplacement de ce front, nous avons attendu un nouvel étiage du fleuve pour reprendre les mesures.

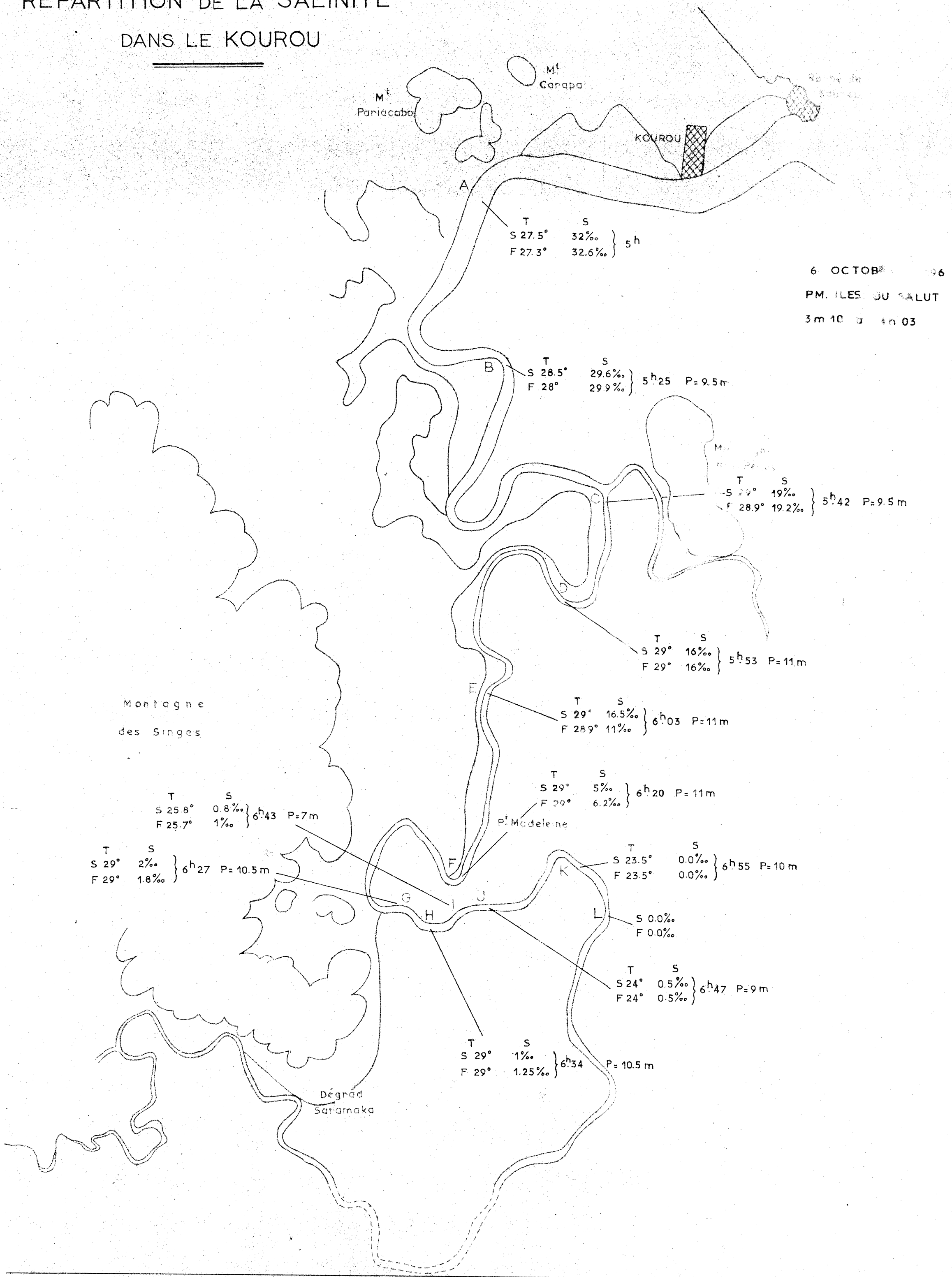
Une deuxième série de mesures eut lieu le 6 Octobre 1964, dans les conditions océaniques et fluviales suivantes : hauteur de marée aux Îles du Salut 5m,10 à 4 h 03, fleuve en étiage très sévère.

Lors de cette deuxième série de mesures nous avons enregistré également les températures, et il est intéressant de noter que la température diminue parallèlement à la salinité.

Le tableau ci-dessous donne les résultats observés lors de cette deuxième série de mesures.

Station	Distance	Heure	Taux de Sel	TEM.
A	4 km	5 h 00	32,6 %	27°,3
B	8,5 km	5 h 25	29,9 %	28°
C	15 km	5 h 42	19,2 %	28°,9
D	17,5 km	5 h 53	16 %	29°
E	21,5 km	6 h 03	16,5 %	28°,9
F	25 km	6 h 20	6,2 %	29°
G	28,5 km	6 h 27	2 %	29°
H	29 km	6 h 34	1,25 %	29°
I	29,5 km	6 h 43	1 %	25°,7
J	30 km	6 h 47	0,5 %	24°
K	32,5 km	6 h 55	0, %	23°,5
O	34 km	7 h 05	0, %	23°

REPARTITION DE LA SALINITE DANS LE KOUROU



Au cours de l'année 1965, plusieurs remontées du KOUROU ont été effectuées afin de vérifier la salinité des eaux au point K. Les prélèvements où les mesures au pont W.K. effectuées au moment des étales de haute eau, ont toujours montré des salinités nulles.

Les résultats d'analyses, faites au laboratoire de l'ORSTOM figurent dans les pages suivantes.

OFFICE DE LA RECHERCHE SCIENTIFIQUE ET TECHNIQUE OUTRE-MER

CENTRE ORSTOM DE CAYENNE

B . P . I65

LABORATOIRE DE CHIMIE

Examen de 4 échantillons d'eau

Kourou I - 2 - 3 - 4 -

Turbidité : Très faible et décroissante de I à 4
inférieure à 10 mg/ l. pour Kou I.

Résistivité et salinité totale déduites de la conductivité (25°)

Kou	I	725 ohm/cm/cm ²	I.105 mg/ l
Kou	2	672 ohm/cm/cm ²	I.190 "
Kou	3	2285 " " "	350 "
Kou	4	2150 " " "	370 "

PH

Kou	I	6,3
Kou	2	6,3
Kou	3	6,2
Kou	4	6,2

Chlorures évalués en :

	Chlore	Chlorure de sodium
Kou I	435 mg / l	717 mg / l
Kou 2	417 mg	688 "
Kou 3	119 "	195 "
Kou 4	113 "	186 "

Cayenne le 12 Mai 1964

Le chef du laboratoire

J.L. THIAIS

OFFICE DE LA RECHERCHE SCIENTIFIQUE ET TECHNIQUE OUTRE-MER

CENTRE FORSTOM DE CAYENNE
B . P . 165 - CAYENNE

LABORATOIRE DE CHIMIE

Examen d'une eau (KOUROU - dégrad Saramacca - prélèvements du 4/5/65)

Cet examen a été effectué sur le mélange des 7 échantillons prélevés.

Couleur	:	jaunâtre
Odeur	:	nulle
Saveur	:	nulle
PT	:	6
Résistivité	:	29.500 ohm/cm/CM ²
d'où Salinité totale	:	27 mg/ l
T . A .	:	nul
T . A . C .	:	0,6 ² fr.
Matières organiques		
(oxydation en milieu acide) : 5,5 mg d'O/ l		
Ca	mg/ l	: 1,2
Mg	"	: traces
K	"	: 0,5
Na	"	: 3,2
Fe	"	: 4
CO ₃	"	: traces
SO ₄	"	: -
Cl	"	: 7

Il serait bon d'effectuer une mesure de pli sur place, et de déterminer le CO₂ libre et l'agressivité.

(nous consulter)

Cayenne le 22 Mai 1965

Le chef du laboratoire

J.L. THIAIS

OFFICE DE LA RECHERCHE SCIENTIFIQUE ET TECHNIQUE OUTRE-MER

CENTRE ORSTOM DE CAYENNE

B . P . 165 - CAYENNE

LABORATOIRE DE CHIMIE

Salinité des eaux du KOUROU au dégrad Saramacca
(prélèvement du 4/5/65).

La moyenne, qui est de 7 mg/ l, exprimée en chlore, se décompose en teneurs variant entre 6,5 et 7,5 mg / l, selon l'emplacement du prélèvement.

Les 3 autres points donnent les résultats suivants :

	Cl	ClNa
Point A	8,5 mg/ l	14 mg / l
" B	8,5 "	14 "
" C	8 "	12,5 "

Cayenne le 22 Mai 1965

Le chef du laboratoire

J.L. THIAIS

Crique de KAROUABO

En même temps qu'étaient effectuées les premières mesures sur le KOUROU, un adjoint technique prélevait des échantillons d'eau à la hauteur du pont routier, sur la Crique KAROUABO.

Les résultats d'analyses des prélèvements effectués sur la Crique KAROUABO sont donnés page suivante.

Au mois d'Aout 1964, une équipe de prospecteurs traçaient des layons de reconnaissance le long du lit de la Crique KAROUABO, afin de trouver un emplacement correct pour l'installation d'une section de jaugeages.

Malheureusement, le résultat de cette reconnaissance s'avera négatif, car au delà de la savane marécageuse, l'écoulement était pratiquement nul dès la première quinzaine du mois d'Aout, c'est à dire un mois et demi à peine après la fin de la grande saison des pluies.

Dans ces conditions, cette Crique n'offrait plus aucun intérêt et son étude a été abandonnée.

Crique MALMANOURY

Pour la Crique MALMANOURY, comme pour la Crique KAROUABO, les premières études ont débuté par des mesures de salinité à la hauteur du pont situé sur l'axe routier " Cayenne-Saint-Laurent".

Du mois d'Aout et jusque fin Octobre, la salinité à cette station était nulle. D'autres mesures effectuées le 26 Novembre relevaient un taux de sel dépassant 4 % ;ajoutons toutefois, que d'après les habitants de MALMANOURY, ce cas est extrêmement rare, puisqu'en principe ils prélèvent de l'eau dans la Crique durant toute l'année.

Au début du mois d'Aout 1964, commençait une reconnaissance de la Crique qui devait nous permettre de définir l'emplacement d'une station de jaugeages. La solution qui consistait à remonter la rivière à l'aide d'un petit canot en aluminum dut être abandonné à cause des bois qui jonchent le lit en amont du pont.

En conséquence il fallut installer un campement de base et ouvrir des layons à travers la forêt qui borde la Crique.

Dans la deuxième quinzaine du mois d'Aout, la section de jaugeages était trouvée. Nous y installions immédiatement une échelle limnimétrique et un limnigraphe O.T.T. à rotation hebdomadaire.

Les premiers jaugeages, au flotteur, réalisés à cette époque, ont permis d'estimer le débit journalier à plus de 5000 m³/jour.

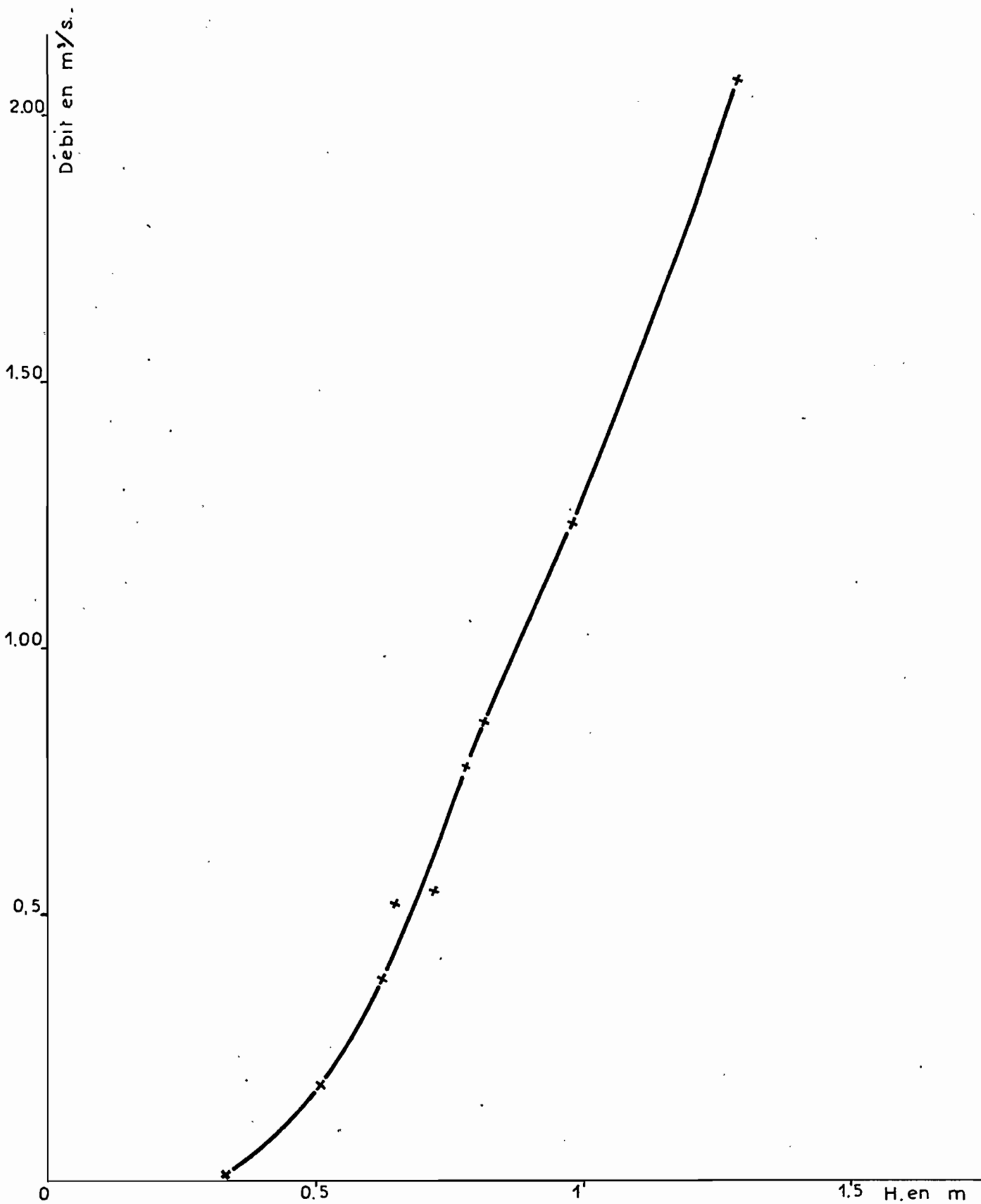
Le 6 Octobre 1964, un jaugeage au moulinet O.T.T. permettait de se rendre compte que la Crique ne débitait plus que 1512 m³/jour; mais l'étiage n'était pas encore atteint ^{visque} dans la dernière semaine du même mois le débit n'était plus mesurable au moulinet, et l'écoulement devint nul au début de Novembre.

Au cours de l'année 1965, une dizaine de mesures de débits ont été exécutés dans la Crique MALMANOURY. Les plus représentatives de ces mesures nous ont servi à établir la courbe d'étalonnage qui figure à la page suivante. Cette courbe montre un décalage des débits mesurés entre 0,5 et 0,55 m³/s. Il y a évidemment plusieurs hypothèses pour interpréter cette anomalie; pour notre part nous l'attribuons à l'inondation des berges à partir d'un certain niveau et aussi aux nombreux arbres morts qui jonchent le lit et perturbent l'écoulement normal.

Après dépouillement des limnigrammes nous avons représenté les résultats dans un graphique sur lequel figure en ordonnée les moyennes journalières des hauteurs d'eau à la station de jaugeages, et en abscisse les jours de l'année.

Au mois de Mai 1965, le limnigraphe fut accidentellement détérioré au moment d'une crue; comme il était pratiquement impossible de refaire l'installation pendant les hautes eaux, nous n'avons du 15 Mai au 10 Juillet, fait que des relevés hebdomadaires à l'échelle limnimétrique. Par suite de la défection dans notre personnel, ces lectures furent interrompues jusqu'au début du mois d'Aout, époque à laquelle fut remis en service le limnigraphe.

CRIQUE MALMANOURY



GUYANE

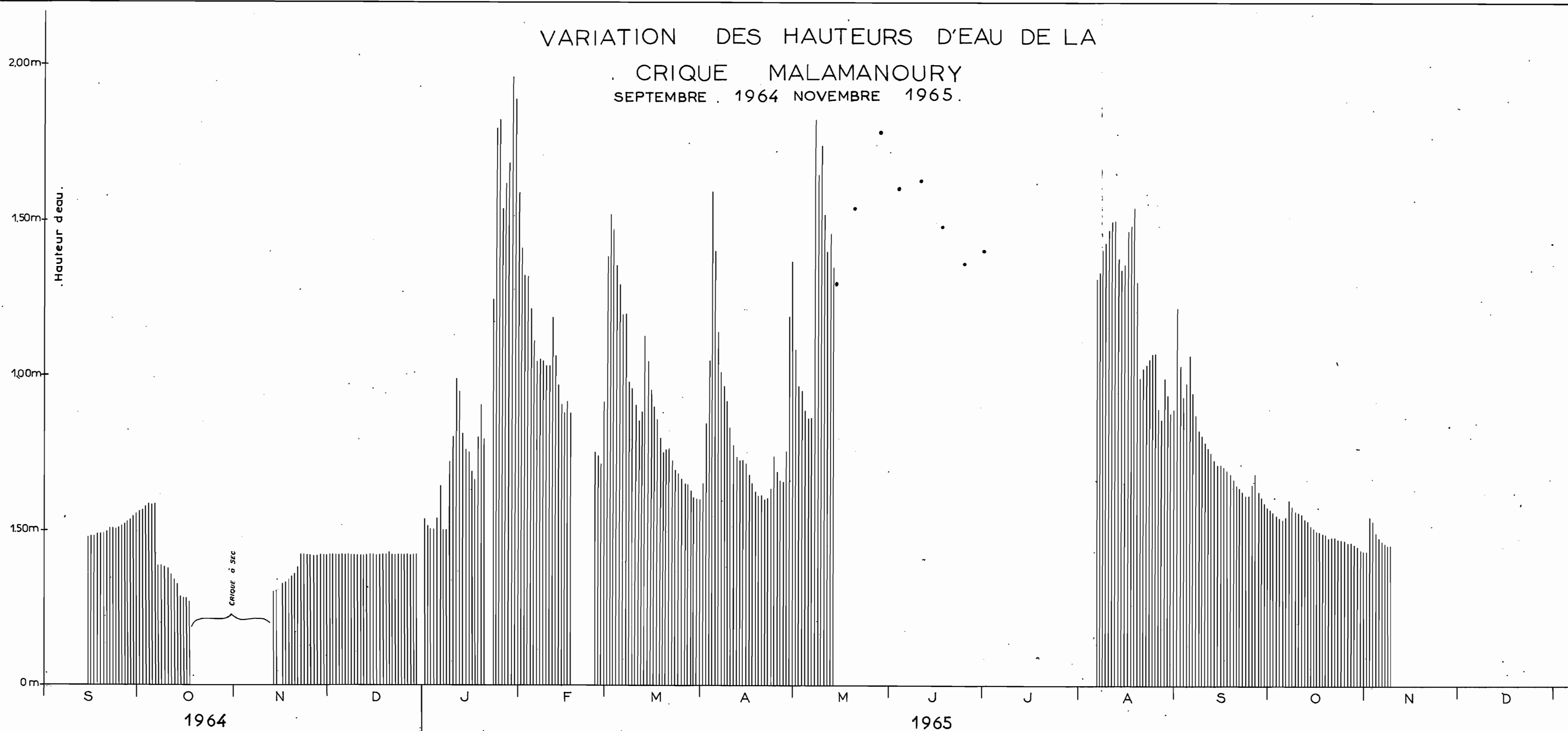
CENTRE.O.R.S.T.O.M. CAYENNE SECTION HYDROLOGIQUE.

DATE : 30. 3 . 66

DES.

TUBE: N°

VARIATION DES HAUTEURS D'EAU DE LA
 CRIQUE MALAMANOURY
 SEPTEMBRE 1964 NOVEMBRE 1965.



En examinant ce graphique, nous constatons que la KALLMANOURY aurait pu fournir plus de 150 L/s du 15 Septembre à la première semaine d'Octobre. A partir de cette date, le débit diminue très vite et la Crique est à sec dans la dernière semaine du mois, elle le restera jusqu'au retour des pluies dans la deuxième quinzaine de Novembre. Les précipitations dès le début de la saison des pluies font passer les débits aux alentours de 60 L/s jusqu'en Janvier, et de Janvier à Mars à plus de 750 L/s; avec le petit été de Mars l'écoulement diminue pour l'établir aux environs de 350 L/S, puis remonte en début Mai avec la grande saison des pluies.

De début Mai à la deuxième quinzaine du mois d'Aout les débits sont rarement inférieurs à 2 m³/s; ils diminuent progressivement pour se maintenir dans les 100 L/s en fin de saison sèche 1965.

OFFICE DE LA RECHERCHE SCIENTIFIQUE ET TECHNIQUE OUTRE-MER

CENTRE ORSTOM DE CAYENNE

B . P . 165

LABORATOIRE DE CHIMIE

Examen d'une eau - Prélèvement Crique Malmanoury - Station -

Couleur : jaune légèrement brun.

Turbidité : 5 mg / l.

Résistivité et salinité totale déduites de la conductivité (25°)
33.130 ohms / cm / cm² - 24 mg / l.

PH : 6,2

Chlorures : 7,8 mg de cl / l, soit, exprimé en ClNa⁺ = 13 mg / l.

Matière Organique : évaluée en mg / l d'oxygène emprunté au permanganate de potassium, en milieu acide, après 10 minutes d'ébullition (sur eau filtrée) = 6,7 mg d'O / l.

Cayenne, le 24 Septembre 1964

Le chef du Laboratoire

J.L. THIAIS.

OFFICE DE LA RECHERCHE SCIENTIFIQUE ET TECHNIQUE OUTRE-MER

CENTRE ORSTOM DE CAYENNE

B . P . 165

LABORATOIRE DE CHIMIE

Dosage de chlorures sur 2 échantillons d'eau
(prélèvements du jeudi 26/II).

	CL mg / l	CLNa mg / l
I) - KAROUABO	9	14,6
2) - MALLANOURY	2.880	4.750

Cayenne, le 27 Novembre 1964

Le chef du laboratoire

J.L. THIAIS.

C O N C L U S I O N

Après avoir étudié les possibilités des trois cours d'eau suivants :

- Le KOUROU
- La Crique KAROUABO
- La Crique KALMANOURY

Il apparait clairement que seul le KOUROU offre la possibilité d'alimenter en eau douce la Base Spatiale du C.N.E.S.

Bien que le régime de ce fleuve n'^{ait} ~~est~~ jamais été étudié, on peut considérer que son débit est largement suffisant pour couvrir les besoins de la future ville. En effet si nous nous reportons à l'étude de HIEZ et DUBREUIL "Les régimes hydrologiques en Guyane Française" nous constatons que ces auteurs estiment le débit d'étiage de l'OYAPOCK ou de la MANA à 6 l/s au km², ceux du COURCIBO et de l'APROUAGUE à 5 et 7 l/s au km². En utilisant pour le KOUROU le débit d'étiage le plus faible, soit 5 l/s au km² nous obtenons pour un bassin versant fermé à la hauteur du Dégrad SARAVACCA (1390 km²) un débit d'étiage de 6,95 m³/s, soit 600000 m³/jour. En réalité le volume d'eau disponible serait même supérieur puisqu'une partie des eaux reçues en aval, sera refoulée par le flot.

Nous avons vu au chapitre III que les eaux du KOUROU étaient constamment douces à partir du point marqué K sur la carte. Toutefois il sem-

blerait judicieux de faire la prise d'eau aux environs du Dégrad SARAMA-
CCA, la longueur de conduite serait sensiblement la même que pour le
point K, mais la marge de sécurité beaucoup plus grande et la turbidité
très faible.

En ce qui concerne la Crique MALMANOURY; nous savons que pour
l'année 1964, elle aurait pu fournir un volume d'eau de plus de 12000 m³/
jour jusqu'au mois d'Octobre, que ce débit a diminué ensuite pour devenir
nul de fin Octobre à fin Novembre, puis a varié de 5000 m³/jour au début
de la saison des pluies 1965 à plus de 60000 m³/jour en période de crue.
A l'extrême rigueur, cette Crique pourrait donner satisfaction en année
normale; toutefois, son utilisation semble très risquée.

Il ne faut pas perdre de vue que l'année 1964 fut une année de
sécheresse exceptionnelle. Au cours d'une étude similaire en 1963 et 1964
dans la région de CAYENNE, nous avons calculé que les chances d'avoir une
pluviométrie supérieure à celle observée durant les six premiers mois de
l'année 1964 étaient de 92 %. Nous avons peu d'éléments pour calculer la
pluviosité dans le bassin de la MALMANOURY, mais étant donné les rensei-
gnements que nous possédons sur la climatologie en Guyane, nous pensons
que pour cette Crique comme pour celles des environs de CAYENNE, les chan-
ces d'obtenir des "débits-charnières" inférieurs, ne sont que d'environ
8 % pour 1964.

En ce qui concerne la Crique KAROUABO, enfin, il n'existe aucune
possibilité d'exploitation de ses eaux pour un approvisionnement de quel-
que importance.