

## RAPPORT DE MISSION AU RWANDA

(Octobre 1968)

par

Marcel ROCHE

Dans le cadre de l'aménagement des grands marais du RWANDA, dont l'étude a été confiée à la SCET par la Coopération Technique, il a été demandé à l'ORSTOM de fournir un expert pour établir le programme des études hydrologiques à effectuer.

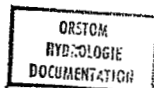
Une mission de l'expert sur le terrain a été effectuée du 18 au 27 Octobre 1968. Les contacts ont été pris avec :

- M. VERCIERES, Chef de la Mission de Coopération.
- M. LOUARN , Conseiller au Génie Rural.
- M. HITAYEZA , Secrétaire d'Etat au Plan.
- M. RIBANJE , Secrétaire Général de l'Agriculture.
- M. BAVUGILIGE , Directeur du Génie Rural.
- M. LEBLANC , Directeur de l' I S A R .

L'expert était accompagné de M. PROST, expert de la SCET, chargé de l'étude.

L'examen des résultats actuellement disponibles en Hydrologie et en Climatologie, les discussions avec les responsables rwandais et les conseillers français, ont conduit l'expert à élargir le cadre de sa mission ainsi qu'il sera exposé ultérieurement.

26 MARS 1969



FAOUT

16 JUIL. 1992

ORSTOM Fonds Documentaire

N° : 33428

Cote : B

## I - ETUDE HYDROLOGIQUE DES MARAIS

### 1.1. - Présentation du problème

De nombreuses vallées du RWANDA sont noyées par des marais permanents sur des distances plus ou moins longues. La présence de ces marais rend difficile et souvent impossible la culture de sols parfois fertiles. Les pentes de ces vallées sont en général assez fortes, tout au moins d'après l'estimation qu'on peut en faire car les profils en long précis sont pratiquement inexistant ; l'importance des pentes générales est soulignée par la présence de nombreux seuils ou tout au moins de zones à écoulement rapide. Il ne semble donc pas que la formation des marais soit due à des faibles pentes ; nous nous garderons bien de faire ici quelque hypothèse sur le mode de cette formation. Une fois le projet réalisé et le marais aménagé, les conditions d'écoulement et la morphologie du marais n'auront plus rien à voir avec ce qui existe à présent ; il est donc inutile de perdre du temps à se pencher sur ce problème.

Du point de vue hydraulique, la question sera résolue lorsqu'on aura aménagé un drain capable d'évacuer, au fur et à mesure de leur production, les apports dans le marais. Le problème de l'hydrologue est donc d'évaluer ces apports pour des averses ou des épisodes pluvieux donnant lieu à des apports jugés exceptionnels.

### 1.2. - Données disponibles

#### 1.2.1. - Débits

Nous exposerons plus loin, en dehors du projet marais, le problème du réseau hydrométrique du RWANDA. Il est certain qu'il faudra revaloriser les données existantes et compléter les étalonnages, mais on ne devra pas compter uniquement sur ces données pour la réalisation du projet.

La revalorisation pourra être effectuée par un enquêteur ; on en reparlera à propos d'une éventuelle participation de l'O.R.S.T.O.M.

Le calcul des apports dans chaque marais particulier devra se faire à partir des données pluviométriques et d'études du ruissellement, comme il sera exposé plus loin.

### 1.2.2. - Précipitations

Avec cette optique, l'étude des précipitations revêt une importance toute particulière. Elle devra être effectuée à l'échelle journalière et sur toutes les stations disponibles, les zones affectées par le projet étant distribuées dans tout le territoire rwandais.

Le réseau pluviométrique actuel est géré par l'ISAR, successeur de l'INEAC. Toutes les données disponibles en pluviométrie depuis 1960 sont conservées à RUBONA au siège de cet Organisme. Ces données sont relatives à une centaine de stations réparties de façon pas trop inégale sur l'ensemble du territoire, bien que certaines régions soient nettement défavorisées (Chaîne forestière de l'Ouest qui marque le partage des eaux entre le Congo et le NIL, Est du pays).

Avant 1960, l'ISAR possède les relevés des 4 ou 5 stations exploitées par l'INEAC. Le reste est dispersé probablement entre BUSUMBURA, YANGAMBI au Congo et BRUXELLES. Peut-être reste-t-il des documents au RWANDA tels que les carnets à souches sur lesquels les observateurs notaient leurs relevés. Une enquête va être amorcée par le Génie Rural et on peut espérer que M. Van MINNENBRUGGEN, climatologue de l'ISAR, pourra fournir de précieuses indications.

La première opération concernant la pluviométrie va consister à photocopier tous les documents originaux existant à RUBONA. Une machine à photocopier Minnesota est disponible à l'ISAR qui veut bien la mettre à notre disposition à condition que nous fournissions le papier et du personnel pour procéder au collationnement des documents et pour aider au tirage. M. Nicolas BAVUGILLIGE, Directeur du Génie Rural, veut bien se charger lui-même de l'opération ; pour le papier, il faudrait déléguer quelques crédits à M. LOUARN qui pourra en approvisionner sur place. Les photocopies seront acheminées vers l'ORSTOM qui se chargera de la mise sur cartes perforées et du traitement. Il est urgent que cette opération démarre dans les plus brefs délais, afin que puisse être établi un planning suffisamment étalé pour éviter un engorgement de l'atelier de perforation. Nous parlerons, par la suite, de l'ensemble des services qui peuvent être apportés par l'ORSTOM dans cette affaire.

Parallèlement, une enquête sera menée :

- au RWANDA par le Génie Rural qui s'attachera notamment à obtenir de M. Van MINNENBRUGGEN ce qu'il sait des relevés antérieurs à 1960 qui pourraient se trouver au RWANDA ou à BUSUMBURA. Nous croyons savoir qu'il est actuellement en pourparlers avec les gens du Burundi,
- une fois connus les résultats de l'enquête précédente, nous pourrions entrer en contact avec BRUXELLES pour essayer d'obtenir les résultats qui seront encore manquants.

### 1.3. - Traitement des données disponibles

Nous signalons ce paragraphe ici pour mémoire ; il sera repris par la suite à propos d'une participation éventuelle de l'ORSTOM.

### 1.4. - Etudes hydrologiques complémentaires

" Nous avons exposé en 1.1 quels seraient les principes de l'étude hydrologique concernant les apports instantanés dans les marais, apports dont l'évacuation doit conditionner le dimensionnement des drains.

Le premier élément de l'évaluation de ces apports est constitué par les données pluviométriques dont la collecte est traitée en 1.2.2 .

#### 1.4.1. - Etude du ruissellement

Le second élément est la connaissance des coefficients de ruissellement et de la forme des hydrogrammes. Actuellement, aucune donnée n'est disponible dans ce domaine. La seule méthodologie permettant d'aborder raisonnablement le problème est celle qui a été développée en Afrique d'expression française par l'ORSTOM et qui relève de la technique des bassins représentatifs ; elle consiste, par des études hydropluviométriques sur des bassins de différentes tailles et de différentes morphologies, à dégager des opérateurs de transformation pluies-débits qui, appliqués à des chroniques de pluies jugées catastrophiques, et compte tenu des conditions d'humectation préalable, permettent d'en déduire les débits à évacuer.

On pourrait penser a priori que des études de ce genre conduiraient à des estimations plus précises si elles étaient menées directement sur les bassins d'alimentation des marais à aménager. Cependant, ces bassins se prêtent mal à une telle étude parce qu'ils ont précisément été choisis pour le très grand développement de leurs marais de fond de vallée, développement qui rend difficiles et parfois impossibles les mesures de débit. D'autre part, le laminage provoqué par les marais n'existera plus lorsque l'aménagement sera réalisé, d'où un risque de sous-évaluation qui peut n'être pas négligeable. Si, par contre, pour l'étude hydropluviométrique, on se place délibérément à l'amont de tout marais, les bassins étudiés n'auront plus une étendue suffisante pour représenter une allure moyenne du ruissellement ; il faudrait alors les multiplier à l'excès, ce qui ne va pas sans quelques inconvénients. Enfin, aucun des bassins correspondant aux zones d'aménagement n'est géomorphologiquement homogène, ce qui ne faciliterait pas l'interprétation.

Le point de vue climatique étant à peu près réglé par l'étude pluviométrique (les autres conditions climatiques n'ont pas une variabilité géographique telle qu'elles puissent avoir une influence notable sur la

transformation des pluies en débits), les facteurs les plus influents de l'opérateur de transformation seront les conditions géomorphologiques. Au RWANDA, les conditions topographiques sont en liaison assez étroite avec la géologie : il existe deux types morphologiques caractéristiques : l'un, au relief de montagne, lié aux schistes et quartzites, l'autre, au relief collinaire de pentes beaucoup plus atténuées, lié aux granites. Du point de vue sols, en l'état naturel, les granites fournissent des sols plus imperméables que les schistes sur les lignes de crête et sur les versants ; dans les vallées, les schistes donnent des sols plus imperméables. Mais il faut dire qu'une très grande partie du sol est cultivée, peut-être 30 à 50 % dans les zones qui nous intéressent ; la perméabilité n'a alors plus rien à voir avec celle du sol naturel et il n'est souvent même pas possible de la définir de manière significative. Quant à la végétation en dehors des cultures, à part quelques essais très limités de reforestation, il n'apparaît pas qu'il y ait des différences fondamentales quant à son comportement vis-à-vis du ruissellement.

Les impératifs du choix des aires d'observation pour l'étude du ruissellement en vue du projet des marais sont finalement les suivants :

- Représentation géographique suffisante des caractères géomorphologiques.
- Extension suffisante de chacune des aires pour que l'effet d'échelle ne risque pas de dénaturer le phénomène.
- Unicité géomorphologique à l'intérieur de chaque aire.
- Pourcentage aussi faible que possible des zones à marais dans les vallées des bassins étudiés.

Aucun des bassins d'alimentation des marais en projet d'aménagement ne répond, même très approximativement, à ces conditions. Il a donc fallu chercher ailleurs et, après prospection, nous sommes arrêtés à deux ensembles de bassins imbriqués : l'un dans les schistes et quartzites dit "Bassins de BYUMBA", d'une superficie totale de 255 km<sup>2</sup>, l'autre dans le granite dit "Bassins de GITARAMA", d'une superficie totale de 297 km<sup>2</sup>.

Les positions géographiques, déterminées d'après la carte au 1/100 000, des stations contrôlant les bassins totaux et les sous-bassins, ainsi que les superficies correspondantes, sont données dans les tableaux I et II, sur lesquels sont portés également les équipements nécessaires aux études.

Les cartes 1 et 2 donnent un tracé au 1/250 000ème des bassins. Le réseau de routes et de pistes, utilisables même en saison des pluies moyennant parfois un aménagement sommaire, est dense, beaucoup plus dense que ne le laisse apparaître les cartes, et permet une pénétration relativement aisée. Par contre, il est extrêmement difficile de trouver des

- TABLEAU I -

BASSINS DE BYUMBA

(MWANGE - MUYANZA)

- Bassin total					<u>255</u> km <sup>2</sup>
	Station	(	Lat. :	1° 46' 55" SUD	
		(	Long. :	30° 08' 00" EST	
- MWANGE aval					124 km <sup>2</sup>
	Station	(	Lat. :	1° 45' 39" SUD	
		(	Long. :	30° 07' 40" EST	
- MWANGE amont					44 km <sup>2</sup>
	Station	(	Lat. :	1° 39' 23" SUD	
		(	Long. :	30° 04' 38" EST	

EQUIPEMENT

Débits : 3 Télimnip.  
Pluies : 4 pluviographes journaliers.  
10 pluviographes hebdomadaires.  
10 pluviomètres.

- TABLEAU II -

BASSINS DE GITARAMA (MUKUNGURI)

- Bassin total (MUKUNGURI Aval)	<u>297</u> km <sup>2</sup>
Station ( Lat. : 2° 10' 00" SUD ( Long. : 29° 56' 18" EST	
- KABEYA I (1 <sup>ère</sup> solution)	146 km <sup>2</sup>
Station ( Lat. : 2° 09' 30" SUD ( Long. : 29° 52' 00" EST	
- KABEYA II (solution de recharge)	163 km <sup>2</sup>
Station ( Lat. : 2° 08' 00" SUD ( Long. : 29° 53' 18" EST	
- MUKUNGURI Amont	92 km <sup>2</sup>
Station ( Lat. : 2° 07' 27" SUD ( Long. : 29° 53' 30" EST	
- B V I (Total - (KABEYA II + MUKUNGURI Amont) )	42 km <sup>2</sup>

EQUIPEMENT :

Débits : 3 Télinnip.  
Pluies : 4 Pluviographes journaliers.  
10 Pluviographes hebdomadaires.  
10 Pluviomètres.

observateurs. Il faudra donc prévoir, pour les points les plus éloignés du camp de base, des pluviographes hebdomadaires.

Dans l'ensemble de GITARAMA, deux des stations, celle du Bassin total et celle du MUNKUNGURI à l'amont du confluent de la KABEYA sont bien définis. Pour la KABEYA, il y a deux solutions possibles que ni la reconnaissance au sol, ni la reconnaissance aérienne, n'ont pu départager définitivement ; il est toutefois probable que la solution II, la plus aval, l'emportera ; la station serait alors installée à l'amont d'une petite plantation de bananes.

La distribution des pluviomètres et des pluviographes n'est pas encore arrêtée ; elle dépendra assez largement des possibilités d'accès.

A ces deux ensembles de bassins qui devront être établis spécialement pour les études concernant les marais, il faut ajouter deux autres petits bassins dont l'exploitation pourra être assurée par le Génie Rural à condition que le Projet puisse fournir un minimum de matériel.

Un premier ensemble, déjà en cours d'étude de la part du Génie Rural, est constitué par le Bassin du BISHENYI, à l'Ouest de KIGALI.

La branche Nord de ce bassin, alimentée par un bassin de 14,5 km<sup>2</sup>, est actuellement équipée d'un limnigraphe à flotteur dont les coordonnées sont les suivantes (d'après la carte au 1/100 000ème) :

Latitude : 1° 58' 42" SUD

Longitude : 29° 57' 55" EST

Il conviendrait d'installer une autre station, contrôlant un bassin de 39,6 km<sup>2</sup>, à l'emplacement suivant :

Latitude : 1° 58' 55" SUD

Longitude : 29° 58' 37" EST

Les précipitations sont observées actuellement au moyen d'un pluviographe journalier et de deux pluviographes hebdomadaires. Il conviendrait d'y ajouter : 1 pluviographe hebdomadaire et 3 pluviomètres.

Le second bassin, bassin du MURINDI, est situé à l'Est de KIGALI. La station hydrométrique envisagée serait implantée au droit de la route (latitude 1° 58' 30" ; longitude 30° 10' 47") et contrôlerait un bassin de 63 km<sup>2</sup>. Outre le limnigraphe, l'équipement comprendrait 1 pluviographe journalier et 5 pluviographes hebdomadaires.



Ces deux bassins, qui seraient entièrement exploités par le Génie Rural, seraient donc pourvu d'un équipement réduit se prêtant à une exploitation assez légère. Leurs résultats fourniraient sur le ruissellement des données complémentaires dont l'intérêt pour le projet justifie les quelques investissements consentis sous forme d'achat de matériel.

#### 1.4.2. - Observation dans les marais

Il sera indispensable de compléter les études précédentes par quelques observations concernant les apports réels dans les marais à aménager, même si les données ainsi rassemblées ne se rapportent pas à la totalité du bassin. Il n'est pas non plus dépourvu d'intérêt de mesurer les débits en quelques points à l'aval de marécages.

Les hauteurs d'eau devront faire l'objet d'enregistrements continus car il ne semble pas possible de recruter des lecteurs d'échelles. Il n'y aura en principe aucune mesure particulière de la pluviométrie ; cependant, on pourra profiter de la présence de nombreuses missions et des paysannats pour y installer des pluviomètres s'il n'y en a pas déjà.

Les limnigraphes seront répartis de la façon suivante :

- 3 pour le marais de MWOGO :
  - 1 au droit de la piste TARE-SIMBE, en amont de tout marais.
  - 1 sur le KAVIRI (amont).
  - 1 sur le KAVIRI au Pont de la Route KARAMBI-KADUHA (station aval).
- 2 pour le marais d'ISUMO :
  - 1 à NKIRYI (amont).
  - 1 dans le marais.
- 2 pour le marais de KIBAYA :
  - 1 sur le KAGOGU (piste à l'amont du marais).
  - 1 dans le marais.
- 1 pour le marais NTARUKA - GAHINI
  - à l'issue du marais.
- 1 pour le marais de MIGINA
  - à KIGEMBE.

1.5. - Moyens à mettre en oeuvre

1.5.1. - Personnel sur le terrain

- Remise en ordre et exploitation des données existantes :

1 enquêteur - qualification : Directeur de Recherches

1 mission au RWANDA ..... 1 mois 1/2

- Missions dites "de soutien" au RWANDA

Qualification : Directeur ou Inspecteur Général

2 missions de 15 jours chacune ..... 1 mois

- 2 hydrométristes confirmés

Qualification : techniciens ou techniciens supérieurs ;  
présence permanente pendant deux ans,

soit un total de ..... 48 mois

- 2 secrétaires rwandais ;

qualification : secrétaire rwandais ;  
présence permanente pendant 2 ans,

soit un total de ..... 48 mois

- 6 aides rwandais ;

qualification : chef d'équipe ;  
présence permanente pendant deux ans,

soit un total de ..... 144 mois

- Manoeuvres, observateurs, divers ;

qualification : manoeuvre ;

estimation ..... 300 mois

1.5.2. - Personnel à Paris

- Ingénieur en Chef	1 mois
- Ingénieur	3 mois
- Mécanographes	4 mois
- Programmeur	1/2 mois
- Secrétariat et dactylo exprimé en mois de dactylo	2 mois
- Dessinateurs	1 mois 1/2

1.5.3. - Travaux d'édition

Traités à forfait.

1.5.4. - Matériel utilisé spécialement  
pour les études hydrologiques

- Véhicules :

- 2 camionnettes Citroën 2 CV (avec pièces de rechange).
- 4 vélomoteurs.

- Batellerie :

- 1 canot Zodiac Mark II équipé d'un moteur de 3 CV.

- Limnimétrie :

- 17 limnigraphes Neyrpic "Telimnip"  
avec les accessoires permettant d'assurer leur marche  
pendant 2 ans.
- 80 éléments de un mètre d'échelles limnimétriques  
en tôle émaillée.

- Hydrométrie :

- 2 ensembles de mesure au moulinet avec Saumon de 25 kg.
- 2 ensembles de mesure au moulinet sur perche.
- 2 ensembles de mesure au micro-moulinet.

- Pluviométrie :

- 10 pluviographes journaliers à augets basculeurs.
- 26 pluviographes hebdomadaires à augets basculeurs.
- 30 pluviomètres "Association" avec éprouvettes.
- 10 éprouvettes de rechange.

Pour l'établissement du devis, il faudra ajouter l'achat de matériel divers, quincaillerie, matériel de campement, etc... Le prix des hydrométristes sera fourni logement compris. Il est entendu que le transport et le logement de l'enquêteur et de l'ingénieur des missions de soutien seront assurés par les services généraux de la mission d'étude des marais.

Pour les travaux effectués à Paris, il faudra ajouter le prix des heures d'ordinateur.

II - L'HYDROLOGIE DU RWANDA ET PARTICIPATION EVENTUELLE DE L'ORSTOM

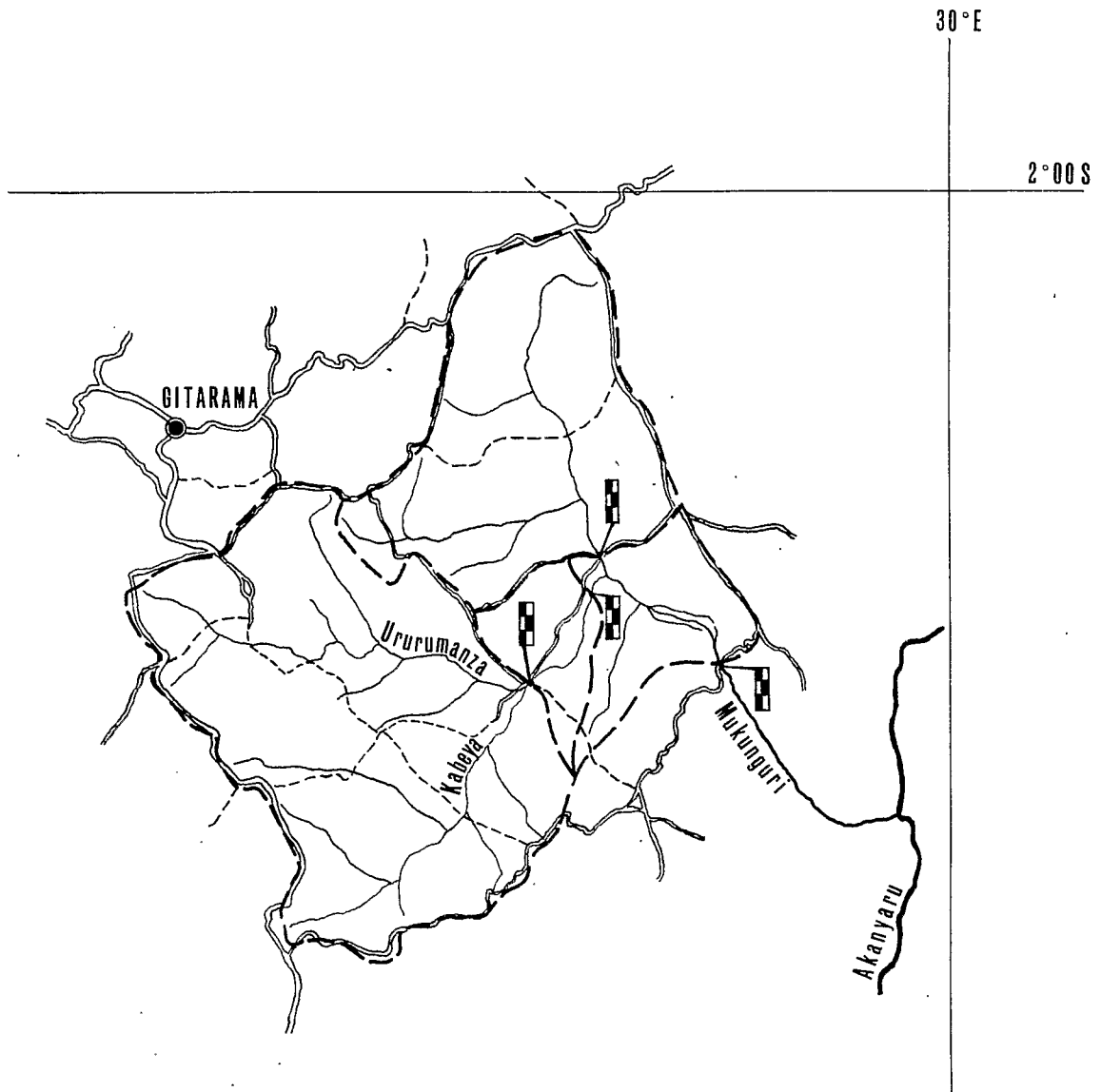
L'examen des données hydrologiques et climatologiques existantes nous a persuadé de l'urgence d'une intervention qui prendrait ici l'allure d'une véritable opération de sauvetage. Nous avons exposé précédemment ce qu'il en est des relevés pluviométriques. En hydrologie, la situation est tout aussi critique et peut être encore plus confuse du fait des doutes qui peuvent planer sur la variation du calage des échelles et sur la valeur de certaines mesures directes des débits.

Nous sommes certain que les chefs des services techniques, et nous avons de bonnes raisons de croire que les responsables administratifs et politiques ne demandent qu'à faire appel à nous pour "éponger le passé" et pour les aider à réorganiser leur réseau hydrologique.

Ce réseau est géré actuellement par la Génie Rural qui fait ce qu'il peut mais qui ne dispose pas du personnel spécialisé nécessaire, pas plus du reste qu'aucun autre service de ce pays. Si une action de coopération devait se dessiner à ce sujet, ce serait donc au sein du Génie Rural qu'il faudrait la prévoir ; elle pourrait être réalisée par la mise à disposition du Directeur du Génie Rural d'un chercheur hydrologue de l'ORSTOM.

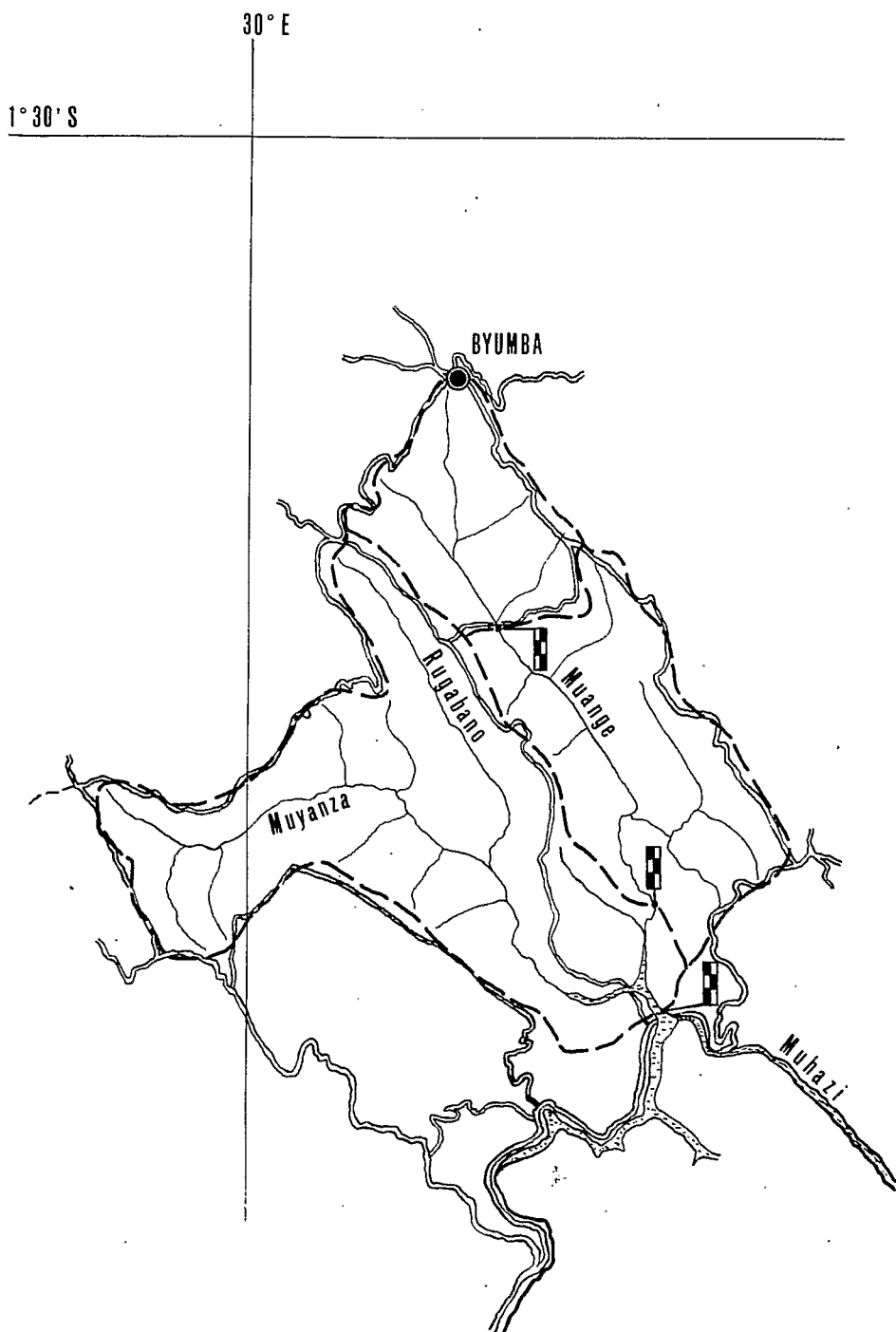
D'autre part, le Service hydrologique de cet Office est maintenant parfaitement au point pour le traitement automatique des données ; il pourrait, sans aucune difficulté, prendre en charge la constitution du fichier, puis le traitement des données hydrologiques pour le compte du RWANDA, Nous avons signalé par ailleurs que la même chose pourrait être faite pour les relevés pluviométriques de ce pays. A vrai dire, ces opérations, en ce qui concerne la remise en ordre des données, seront de toute façon un préalable indispensable aux études hydrologiques relatives au projet des marais. Il serait dommage de ne pas prolonger cette action par une autre convention de coopération relative à la mise à disposition d'un hydrologue, si le Gouvernement rwandais en faisait la demande.

# Bassins Versants de GITARAMA



Echelle : 1 / 250.000

# Bassins Versants de BYUMBA



Echelle : 1 / 250.000