

Fonds Spécial des Nations-Unies

U.N.E.S.C.O.

*copie faite
d'après original
classé par h. Rodière*

*Dans la
(annuaire des Nations Unies)*

ETUDES HYDROLOGIQUES du BASSIN du HAUT-PARAGUAY (PANTANAL)

- BRESIL -

Premier inventaire de la documentation
rassemblée ou reconnue

par

Pierre DUBREUIL

- Consultant de l'UNESCO -

O.R.S.T.O.M. Fonds Documentaire

N° : 33291, ext.

Cote : B

1966

Le projet du PANTANAL est essentiellement destiné à réaliser les études hydrologiques du haut bassin du rio PARAGUAY nécessaires à la connaissance du régime des eaux d'une vaste région de près de 400 000km², sur laquelle les connaissances scientifiques actuelles sont encore trop insuffisantes pour permettre l'établissement rationnel de tout programme d'aménagement spécifique ou intégral.

La présence au centre de ce bassin d'une vaste cuvette alluvionnaire sujette aux inondations et aux débordements des rivières modifie fortement le régime naturel des eaux ; cette zone d'épandage - le PANTANAL - atteint plus de 80 000 km² et joue de ce fait un rôle primordial dans l'économie des eaux. La primauté des études hydrologiques est ainsi clairement démontrée. Le projet n'est cependant pas limité à cet objectif principal, étant donné l'interaction complexe des facteurs physiques du milieu géographique : la topographie, la climatologie et la géologie forment ainsi les têtes de chapitre des objectifs complémentaires du projet.

C'est à ces 4 domaines principaux que nous avons consacré notre programme d'inventaire de la documentation existante.

Notre mission au BRESIL n'ayant duré que 25 jours, les négociations relatives au plan d'opérations du projet ont occupées la majeure partie de ce temps, réduisant singulièrement nos possibilités d'inventaire.

Il est donc exclus de considérer ce travail autrement que comme un premier inventaire non exhaustif. Il serait raisonnable d'admettre que seulement environ 75 % de la totalité de la documentation existante a peu être portée à notre connaissance ; la part non reconnue doit surtout comprendre des observations limnimétriques et pluviométriques anciennes d'origine privée.

De la documentation existante reconnue c'est-à-dire dont la source, la nature et l'ampleur ont été appréciées une faible partie a déjà été compilée et rassemblée ; mais cette tâche de rassemblement se poursuit au DNOS d'une part et dans d'autres organismes publics associés au projet d'autre part. D'ici Septembre 1966, le rassemblement sera pratiquement terminé.

Ce rapport ne fait que classer les informations collectées par nous durant notre séjour avec celles déjà réunies auparavant par la Divisão de Pesquisas du DNOS, qui poursuit l'inventaire et le rassemblement des données.

Notre inventaire ne s'applique évidemment qu'au territoire brésilien, qui couvre près des 4/5^{ème} du bassin du Haut-PARAGUAY. Il n'est donc pas exclu que puissent exister des données intéressantes en Bolivie et au Paraguay, comme le laissent prévoir certaines publications citées plus loin.

Avant d'aborder les domaines scientifiques visés par le projet, on a rassemblé dans un premier paragraphe quelques informations générales sur la région.

I . INFRASTRUCTURE REGIONALE -

La partie brésilienne du bassin du Haut-Paraguay est entièrement située dans l'état du Mato GROSSO.

Cet état occupe une superficie de 1 230 000 km², sur laquelle la densité moyenne d'habitat est à peine de 1 personne par km². Savanes basses herbacées, hauts plateaux et forêts se répartissent le paysage végétal. L'activité essentielle est l'élevage extensif de bovins ; on compte plus de 15 millions de têtes dont la majeure partie pâture dans le Pantanal.

L'état possède dans le bassin du Haut-Paraguay ces trois principales villes :

- CAMPO GRANDE près de 100 000 habitants, centre économique proche de l'état de SAO PAULO, situé à la limite des bassins du PARAGUAY et du PARANA, à quelques 600 m d'altitude.
- CUIABÁ capitale de l'état, sur les bords du fleuve du même nom, à la limite Nord du Pantanal, terminus de la navigation fluviale.
- CORUMBÁ sur le Paraguay, port accessible en toutes saisons, centre commercial important et ville frontière avec la Bolivie.

Ces trois villes possèdent une infrastructure commerciale et sociale assez complète ; elles sont reliées presque chaque jour par voie aérienne à SAO PAULO et RIO ; on y trouve au moins un hôtel de bon confort.

Hormis la voie aérienne, une seule voie de communication

permanente existe dans le Sud du bassin : la ligne de chemin de fer reliant SÃO PAULO à la Bolivie (SANTA CRUZ de la SIERRA) par CAMPO GRANDE et CORUMBÁ. Aucune route de viabilité satisfaisante dans le PANTAVAL, mais des axes de liaison corrects sur les hautes terres du pourtour :

- CAMPO GRANDE à CUIABÁ utilisable en permanence.
- CUIABÁ - CÁCERES utilisable avec difficulté en saison des pluies.
- CAMPO GRANDE - PORTO MURTINHO id.

L'emploi de véhicules à deux ponts-moteurs s'impose.

Outre les trois villes importantes, de nombreux petits centres ruraux, les postes militaires ainsi que les grandes fazendas d'élevage possèdent des terrains d'atterrissage praticables presque toute l'année pour de petits avions ; leur nombre serait supérieur à 300.

Les communications rapides s'effectuent par radio ; tous les Organismes ont leur propre réseau de liaison ; ainsi le DNOS à CAMPO GRANDE et CUIABÁ peut-il communiquer chaque jour avec RIO.

La voie fluviale sera examinée au chapitre hydrologie.

II . GEOGRAPHIE PHYSIQUE GENERALE -

On a rassemblé sous ce titre toute la documentation non inscrite dans les chapitres suivants consacrés à la topographie, à la climatologie et à l'hydrologie.

Ce rassemblement tient surtout au fait que le travail correspondant d'inventaire a été réalisé avant notre arrivée par la Divisão de Pesquisas ; une liste bibliographique des ouvrages traitant du bassin a été établie en conclusion de ce travail (1)*

Cette liste enveloppe les thèmes suivants : géographie générale et humaine, géologie générale et humaine, géologie générale et minière, géomorphologie et paléontologie, ressources animales et végétales, hydrologie et hydrographie.

Ce sont surtout la géographie et la géologie qui ont fait l'objet de la plupart des études compilées : études spécifiques, travaux professionnels, articles de revues... etc..

La qualité et la teneur utilisable de ces ouvrages est en cours d'analyse. On doit y trouver quelques renseignements profitables pour les

* Liste bibliographique des ouvrages traitant du bassin.

III . TOPOGRAPHIE - GEODESIE - PHOTOGRAPHIES AERIENNES - CARTOGRAPHIE -

La quasi-totalité de cette documentation est entre les mains du Conselho Nacional de Geografia (membre de l'Institut Brasileiro de Geografia Estadística IBGE) responsable public de la carte du Brésil.

On peut trouver aussi, et surtout dans le domaine des photographies aériennes et pour les zones frontalières, des documents auprès des Organismes militaires : Serviço Geográfico do Exército, Commission mixte Brésil-Etats-Unis pour l'établissement de la couverture aérienne verticale complète du Brésil.

3.1. - Photographies aériennes

Trois séries de documents existent sur ce plan :

- a) Une couverture aérienne partielle selon le procédé oblique TRIMETROGON, réalisée il y a plus de 20 ans.
- b) Quelques couvertures récentes verticales réalisées pour des opérations spécifiques (reconnaisances minières, site de barrage de CUIÁ-FUNIL sur le rio CUIABÁ, bande frontière) soit par des Sociétés privées (PROSPEC, CRUZEIRO do SUL, LASA) soit par l'armée.

Certaines de ces couvertures (au 1/40 000ème environ) s'étendent d'Est en Ouest sur deux zones d'étendue notable entre CACERES et CUIABÁ d'une part, MIRANDA et AQUIDAUANA d'autre part, c'est-à-dire sur une partie des serras du Nord et du Sud du bassin où des ressources minières existent.

- c) Une couverture aérienne verticale complète en cours de réalisation à l'échelle du 1/60 000ème (Sociedade Interamericana de Geodesia - Projet : Brésil AF 63-32) dont une copie sera remise au DNOS au début de 1967, en ce qui concerne le quadrilatère circonscrit au bassin : 14 à 23° latitude Sud et 53-60° de longitude Ouest.

3.2. - Géodésie - Nivellements

Le ONG possède les documents relatifs aux seuls travaux réalisés jusqu'alors en géodésie, à savoir :

- a) un réseau de triangulation de premier ordre - avec points géodésiques - reliant CAMPO GRANDE à CORUMBA, le long d'une bande étroite épousant le profil de la voie ferrée.
- b) quelques points astronomiques de troisième ordre le long de polygonales en certaines régions du bassin. On en compte environ 80 sur les trois feuilles au 1/1 000 000ème de 4 x 6 degrés carrés couvrant le bassin (2).

Il n'existe donc aucun nivellement de précision ni le long du PARAGUAY ni en Direction du Nord du bassin.

La largeur des fleuves, l'étendue des zones inondées, les difficultés d'accès au centre du PANTANAL, sont autant d'obstacles qui rendent nécessaire l'emploi d'un appareillage de nivellement de précision permettant d'effectuer rapidement de grandes portées.

Pour cela, le tellurimètre a fait ses preuves dans des conditions comparables au Brésil, et semble l'appareil à conseiller.

3.3. - Cartographie

A partir des relevés TRIMETROGON et de certains cheminements au sol, a été effectuée la carte de base du Brésil au 1/1 000 000 (2).

Les feuilles contenant le bassin sont les suivantes :

| | |
|------------|---------|
| - GUIABÁ | SD - 21 |
| - CORUMBÁ | SE - 21 |
| - RIO APA | SF - 21 |
| - GOIAS | SD - 22 |
| - GOIÂNIAS | SE - 22 |

Il existe également une carte au 1/1 000 000ème à découpage différent (6° x 6°) qui en 9 feuilles couvre tout l'état du MATO GROSSO :

- "Carto do Estado de MATO GROSSO e regiões circunvezinhas" réalisée par le "Serviço de conclusão da carta do MATO GROSSO. Min. da Guerra - Estado Major do Exército" 1952.

L'absence d'appui aérien limite la qualité planimétrique et altimétrique de cette carte, mais sur le plan de la toponymie et de la désignation des lieux, elle paraît beaucoup plus complète que la carte de l'I.B.G.E.

A côté de ces cartes de topographie générale, on peut trouver pour tout le Brésil divers atlas climatologiques (Adalberto SERRA) ou économiques offrant quelques données générales (Atlas do Brasil).

Il est plus intéressant de connaître l'existence des cartes géologiques de divers ordres, par exemple :

- 1/250 000ème de Gémines pour la région de GUIABÁ.
- 1/50 000ème de la Serra de BODOQUEMA.

Une liste complète de ces cartes éditées peut être obtenue au Serviço Cartografico do D.N. da Produção Mineral (Min. de Minas e Energia). La quasi-totalité fait partie intégrante des études géologiques citées en II, et sont annexées aux rapports correspondants.

Sur un plan général, existe la carte géologique du Brésil au 1/5 000 000ème.

Le C.N.G. a l'intention d'établir, à partir de la nouvelle couverture aérienne verticale, un photo-plan mosaïque semi-contrôlé au 1/50 000ème. Ce travail se fera en collaboration avec le DNOS dans le cadre du projet.

IV. CLIMATOLOGIE

Le bassin du Haut-PARAGUAY s'inscrit entre 14 et 21° de latitude Sud ; au Nord, à l'Est et au Sud des chaînes d'altitude variant entre 300 et 700 m encadrent le PANTANAL qui occupe un niveau voisin de 100 m.

Dans ces conditions, règne localement un climat tropical humide austral avec saison pluvieuse de Novembre à Mai, et différences thermiques notables dues à la continentalité, à l'influence de l'air polaire et à l'altitude ; des maximums de 35 à plus de 40° et des minimums de 5 à 10° s'observent chaque année.

Le climat régional, avec ses nuances d'altitude, est assez bien connu en ce qui concerne les caractères principaux les plus communément observés.

4.1. - Le réseau météorologique

Le Service de Météorologie gère un réseau de 8 à 9 stations, pour la plupart exploitées par les missionnaires salésiens ou franciscains.

On trouve une description sommaire de ce réseau dans le tableau I.

L'indication "période contrôlée" s'applique aux données contrôlées par le Service de Météorologie, disponibles dans leurs archives ; la "période rassemblée" concerne celle pour laquelle le DNOS a déjà les éléments après copie et vérification.

TABLÉAU 1

Réseau de stations météorologiques dans le bassin du Haut-PARAGUAY

| Stations | CUIABÁ | CACERES | DIAMANTINO | CORUMBA | CAMPO GRANDE | COXIPO da PONTE | SANGRA DOURO | AQUIDA OUANA | COXIM |
|--------------------|---|--|-------------------------------------|-------------------------------------|--|----------------------------------|--|----------------------------|---------|
| Classe | 1° | 2° | 2° | 2° | - | 3° | 3° | 3° | 3° |
| Longitude W | 56°06' | 57°41' | 56°29' | 59°39' | 54°37' | 56°06' | 53°50' | 55°48' | |
| Latitude S | 15°36' | 16°03' | 14°24' | 19° | 20°27' | 15°36' | 15°38' | 20°28' | |
| Altitude (m) | 171 | 117 | 259 | 145 | 566 | 223 | 546 | 152 | |
| Mise en service | Déc 1900 | 1911 | Déc 1932 | Janv 1912 | 1932 | Juil 1922 | 1923 | 1913 | 1922(1) |
| Période contrôlée | 1912-64 | 1912-60 | - | 1912-60 | 1933-60 | - | - | 1913-60 | 1922-29 |
| Période rassemblée | 1931-64 | 1931-60 | - | 1931-60 | 1933-60 | - | - | 1931-60 | |
| Appareillage | EM-BG TX-TN PS ANM HG Fiche TMG HYG PM-PG | EM-BG TX-TN PS ANM HG Fiche PM | EM-BG TX-TN PS Fiche PM | EM-BG TX-TN PS HG PM-PG | EM-BG TX-TN PS Fiche PM-PG | TX-TN PS HG Fiche PM | EM-BG TX-TN PS ANM Fiche PM | TX-TN PS Fiche PM | |

(1) station fermée en 1929

L'appareillage employé est généralement des types suivants :

- Baromètre et barographe : BOLOGNA et RICHARD.
- Thermomètres et Psychromètres : FUESS, NEGRETTE.
- Anémomètre : WELD, BOLOGNA.
- Héliographe : NEGRETTE, ZAMBRA.
- Thermo-hydrographe : RICHARD.
- Pluviographe : FUESS, BOLOGNA, SIAP.

Hormis ce réseau officiel, on a eu connaissance de l'existence d'une seule station privée : celle de PORTO MURTINHO appartenant à la Companhia Florestal Brasileira. Des observations y sont effectuées depuis 1939 (station type 2^e - 3^e ordre) ; leur compilation s'effectuera sur place.

Le Service de Météorologie est en train d'étouffer son réseau synoptique. En ce qui concerne le bassin du Haut-PARAGUAY, cette extension porterait sur les huit postes actuellement en activité (tableau I) à l'exception de COXIPO da PONTE trop proche de CUIABÁ ; la station de COXIM serait réouverte ; les postes de MIRANDA et PORTO MURTINHO créés.

Le réseau synoptique du bassin du Haut-PARAGUAY comportera alors 10 stations correctement réparties.

L'équipement à mettre en service correspond à celui dont est doté actuellement une station de premier ordre, plus :

- 3 évapotranspirimètres de type THORNTHWAITE (capacité 500 l) ;
- 2 anémographes dont un couplé avec le bac de classe A ;
- 1 batterie de thermomètres pour température du sol (de 5 en 5 cm jusqu'à 0,50 m).
- 1 actinographe type ROBISCH.
- 1 enregistreur du point de rosée type FUESS (orvalografo).

La fourniture de cet équipement peut être faite dans le cadre du projet. Il existe déjà un accord général pour le Brésil avec la D.N. de Aguas e Energia pour utiliser l'équipement fourni par l'US.AID.

4.2. - Le réseau pluviométrique

Il ne paraît pas exister de réseau de pluviomètres en dehors des stations météorologiques, ce qui paraît assez curieux. Nous inclinons à penser que certaines grandes propriétés d'élevage doivent procéder à des observations ; mais le particularisme des propriétaires peut expliquer l'absence de diffusion. C'est un point à préciser.

Le D.N. de PORTOS e VIAS NAVEGAVEIS a confié l'organisation et la gestion de son réseau hydropluviométrique à une Société privée HIDROLOGIA COMMERCIAL, également chargée de rassembler la documentation ancienne.

Dans un rapport préliminaire consacré à l'exécution de son contrat (3), cette Société fournit quelques relevés mensuels de pluie. On présente dans le tableau II le bilan de cette compilation qui appelle plusieurs commentaires.

On ne connaît pas l'origine de la plupart des relevés qui sont extraits d'un rapport consacré à l'aménagement hydroélectrique du CUIABA (4) que nous n'avons pas eu le temps ni la possibilité de consulter. Aucune analyse critique n'a été faite, les relevés publiés sont donc bruts aux erreurs de copie près. Les ingénieurs d'Hidrologia Commercial reconnaissent l'existence d'écarts importants entre les relevés figurant sur la souche détenue par l'observateur et ceux communiqués par le Service Météo sur le même poste.

Cette information est incomplète. Il manque au moins les données des postes météorologiques du CAMPO GRANDE, AQUIDAUANA, SANGRADOURO et COXIM ; y figure par contre le poste de ROSARIO OESTE qui n'appartient pas au réseau S.M.

Le régime des précipitations est tropical de transition : saison des pluies de 7 mois d'Octobre à Avril (période intense Novembre-Mars, mois de transition en Octobre et Avril), saison sèche de Mai à Septembre (creux en Juin-Juillet-Août).

L'irrégularité interannuelle paraît modérée.

Avec l'altitude, la hauteur de chute annuelle passe de 1 800 mm sur les plateaux à 1 300 mm dans le PANTANAL.

Deux anomalies : PORTO MURTINHO avec un total excessif de 1 860 mm à côté de CORUMBA sous-estimé apparemment avec 1 025 mm. Il y a un grand travail d'analyse des données à réaliser dans ce domaine.

On mentionnera, pour terminer l'inventaire, que la Cia FLORESTAL, déjà nommée, possède 10 pluviomètres depuis 1939 sur son domaine de 126 000 ha et que les hauteurs de pluie qu'elle publie à PORTO MURTINHO sont des moyennes de ces 10 postes.

TABLAU 2

Information pluviométrique réunie par HIDROLOGIA COMMERCIAL

| Stations | CACERES | CUIABA | COXIPO da PONTE | ROSARIO OESTE | DIAMANTINO | PORTO MURTINHO | CORUMBA | COLONIA MERURE (2) | UTUARITI (3) |
|--------------------|--------------------|--------------------|--------------------|--------------------|--------------------|--------------------|--------------------|-----------------------|--------------------|
| Altitude (m) | 118 | 170 | 170 | 174 | 225 | 85 | 165 | 500 | 360 |
| Origine données | (4) + SM | (4) | (4) | (4) | (4) | (4) | S.M. | S.M. | |
| Période de relevés | 1912-65 | 1901-65 | 1922-65 | 1932-62(1) | 1932-63 | 1923-63 | 1913-63 | 1925-43 1951-65 | 1927-33 1951-65 |
| Maximum annuel | 1 729 mm (1912) | 1 948 mm (1901) | 1 727 mm (1945) | 1 637 mm (1956) | 2 209 mm (1959) | 2 692 mm (1960) | 1 707 mm (1951) | 2 585 mm (1964) | 2 372 mm (1965) |
| Médiane (mm) | 1 285 | 1 320 | 1 330 | 1 350 | 1 860 | 1 780 | 1 025 | 1 550 | 2 000 |
| Minimum annuel | 847 mm (1963) | 975 mm (1941) | 971 mm (1963) | 1 106 mm (1954) | 1 244 mm (1936) | 1 204 mm (1951) | 533 mm (1962) | 510 mm (1961) | 1 046 mm (1961) |

(1) dont 1932-62 obtenu par corrélation avec postes voisins

(2) situé à l'Est du bassin dans le bassin de l'ARAGUAI-TOCANTINS

(3) situé au Nord " " de l'AMAZONE (MADEIRA)

Outre le projet d'amélioration du réseau du Service Météo, il faut mentionner ceux des DN de PORTOS et d'AGUIAS e ENERGIA qui font parfois double emploi.

L'installation pour le compte de DNPVN, réalisée par HIDROLOGIA COMMERCIAL ne 1965-66 porte sur 9 postes :

- 1 pluviomètre associé à une station limnimétrique.
- 3 pluviomètres isolés.
- 5 pluviographes associés à des stations limnimétriques.

Le projet de DNAE pour 1966-67 est plus complexe puisqu'il va des postes météorologiques (stations dites de type A et B) aux postes simples pour mesure de pluie et vent (dites de type C et D).

Au total, il y aura 21 postes dont au moins 10 feront double emploi avec ceux de SH et DNPVN, les autres correspondants d'ailleurs à 5 ou 6 près à des stations limnimétriques d'autres Organismes.

L'équipement prévu pour les stations météorologiques, dites A et B, est le suivant :

- Thermomètres à maximums et minimums.
- Pluviographe et pluviomètre.
- Anémomètre totalisateur.
- Baccévaporatoire de classe A avec thermomètre.
- Evaporomètre Fiche.

Il s'agit donc d'un équipement intermédiaire entre les stations de 1er et 2ème ordre de la Météorologie.

Les postes de type C ou D auront un pluviomètre et un anémomètre.

Le tableau III présente le réseau climatologique : postes existants et projets.

V. HYDROLOGIE

Dans ce domaine, la documentation existante est un peu plus abondante qu'en climatologie et les sources assez nombreuses. Si l'on regarde également les projets de réseau hydrométrique, le nombre d'organismes intéressés croît fortement.

On traitera successivement de la documentation existante, du réseau actuel et en projet, puis du régime hydrologique et de l'hydrographie en utilisant à la fois l'information consultée et nos impressions de voyage.

TABULEAU 3

RESEAU d'OBSERVATIONS METEOROLOGIQUES

| : Localités ou : lieux-dits | : Stations du Service Météorologique : | | | : DNAE : | | : DNPVN : | | : Autres : stations : existantes |
|--------------------------------|--|----------------------------------|--------------------|----------------------------------|---------------------------------------|-------------------------------|---|--|
| | : de 1°-2° ou 3° : ordre à devenir : synoptiques | : Synoptiques: : à : créer | : de : 3° ordre | : Postes : météo à : créer | : Postes : pluie-vent : à créer | : Postes : pluviométriques | | |
| : CACERES | + | | | | + | | | |
| : CUIABA | + | | | + | | | | |
| : CAMPO GRANDE | + | | | + | | | | |
| : CORUMBÁ | + | | | + | | | | |
| : DIAMANTINO | + | | | | | | | |
| : AQUIDAUANA | + | | | | | + | | |
| : COXIM | | + | | + | | | | |
| : COXIPO da PONTE | | | + | | | | | |
| : SANGRADOIRO | + | | | | | | | |
| : MIRANDA | | + | | | | + | | |
| : PORTO MUFFINHO | | + | | | | + | | + |
| : ROSARIO OESTE | | | | | | + | | + |
| : ALTO PARAGUAI | | | | | | + | | |
| : BARRA dos BUGRES | | | | | | + | | |
| : LADARIO | | | | | | + | | |
| : FECHO dos MORROS | | | | | | + | | |
| : PORTO ESPERIDÃO | | | | | | + | + | |
| : SÃO JOSÉ VELHO | | | | | | + | | |
| : JACIARA/FATIMA | | | | | | + | | |
| : COLONIA Sta ISABEL | | | | | | + | | |
| : RONDONOPOLIS | | | | | | + | + | |
| : PINDAÍRAL | | | | | | + | | |
| : LIMBEIRA | | | | | | + | | |
| : PORTO ESPERANÇA | | | | | | + | | |

5.1. - Documentation hydrométrique ancienne

Le contrat passé par DNPVN avec HIDROLOGIA COMMERCIAL répond intégralement à cet objectif, et nous pensions trouver toute l'information existante dans le rapport de cette Société, déjà cité (3).

Or la consultation d'un ouvrage argentin publié en 1947 (5) et dans lequel un chapitre est consacré au rio PARAGUAY, nous a appris l'existence d'une nombreuse documentation non mentionnée dans le précédent inventaire. Si la plupart des échelles limnimétriques citées dans ce travail sont situées sur le cours du PARAGUAY, en rive droite et dans l'Etat du PARAGUAY, certaines sont en territoire brésilien auquel se limitait l'enquête du DNPVN. Malheureusement, l'ouvrage n'indique ni les sources utilisées ni les durées d'observations. Aussi, l'évaluation exacte de la documentation ainsi relevée ne pourra-t-elle être faite qu'en se rendant au PARAGUAY, et peut-être même en ARGENTINE. La plupart des stations ne doivent être que des échelles limnimétriques servant à des fins de navigation, pour certaines à l'usage exclusif de la compagnie privée exploitant le port débouché d'une concession (minière ou d'extraction de tanin par exemple).

Le tableau IV récapitule l'information d'origine argentine. On ne possède aucune explication sur l'origine des débits avancés dans l'ouvrage.

En ce qui concerne l'inventaire d'HIDROLOGIA COMMERCIAL, il se limite à deux stations anciennes : LADARIO et CUIABA.

La station de LADARIO sur le rio PARAGUAY est située à quelques km en aval de CORUMBA, également en rive droite, à l'intérieur de la base navale. Elle fonctionne depuis 1900 sans interruption ce qui constitue un remarquable échantillon de niveaux d'eau. L'amplitude annuelle moyenne de variation du plan d'eau est de 3 à 4 mètres ; elle peut n'être que de 2 mètres à peine certaines années très sèches et atteindre au contraire 5 mètres lors de plus abondantes périodes.

L'Organisme exploitant (Min. de la Marine, Service de la Signalisation Nautique) n'a pas fait de mesures de débits.

La station de CUIABA sur le rio du même nom est une échelle exploitée depuis 1933 par le Service d'Alimentation en Eau de la ville. La collection des relevés fait état d'un changement d'échelle en Janvier 1949 après une interruption de lecture datant de Septembre 1946 ; le zéro de la nouvelle échelle serait à 0,16 m au-dessus de l'ancien ; aucune mention n'est faite en ce qui concerne la correction et l'homogénéisation des deux séries de relevés. Une nouvelle interruption de lecture a lieu du 1-10-57 au 1-6-59 par suite du renversement du tronçon 0-5 m. L'amplitude annuelle moyenne est de 6 mètres et peut descendre à 3 mètres, comme monter à 9 mètres lors d'années exceptionnelles.

TABLAU 4.

Information hydrologique d'origine argentine (5)

| Stations d'observations | Distance en amont du confluent avec le PARANA par voie fluviale (km) | Cote du Cote maximale: | | Débits (m ³ /s) | | Maximal de 1905 |
|--------------------------------|--|------------------------|-----------|----------------------------|-------|--------------------|
| | | zéro | crue 1905 | Minimal | Moyen | |
| | (m) | (m) | | | | |
| S.L. de CACHERES | 2 270 | 126 | 5,00 | | | |
| DESCALVADOS | 2 110 | | | | | |
| P ^{to} CONCEIÇÃO | 1 964 | 110,80 | 4,00 | 200 | 480 | 780 |
| ANOLAR | 1 736 | 103,60 | 6,20 | 600 | 1 300 | 2 470 |
| GORUMBA | 1 532 | 96,70 | 7,15 | 900 | 1 950 | 3 700 |
| BAHIA NEGRA (P) | 1 250 | 89,10 | 7,50 | 1 100 | 2 820 | 5 680 |
| P ^{to} MIHANOVICH (P) | 1 142 | 85,50 | 7,60 | 1 230 | 2 900 | 5 860 |
| P ^{to} GUARANI (P) | 1 056 | 82,10 | 8,60 | 1 285 | 2 960 | 6 200 |
| P ^{to} SASTRE (P) | 934 | 78,2 | 8,50 | 1 310 | 3 000 | 6 500 |

(P) État du PARAGUAY

N.B. Toutes ces échelles limnimétriques sont sur le rio PARAGUAI

Le rapport (3) indique qu'entre Décembre 1962 et Février 1963, il a été réalisé 62 jaugeages à CUIABÁ entre 1,28 m (80 m³/s) et 6,43 m (1 200 m³/s) couvrant le marnage moyen.

Au même endroit existe depuis 1962 une nouvelle échelle apparemment au même zéro (mais l'existence de rancous dus à la tour de prise d'eau sur laquelle repose l'échelle ancienne nécessite des corrections...) installée par HIDRO SERVICE pour le compte de la CEMAT (COMPANHIA de ELECTRICIDADE de MATO GROSSO).

HIDROLOGIA COMMERCIAL, en compilant les relevés de ces deux stations, a procédé aux corrections évidentes des relevés (erreurs métriques de report ou de lecture...).

En dehors de ces deux stations, nous avons trouvé une 3^{ème} série de relevés anciens à PORTO MURTINHO où fonctionne depuis Janvier 1939 une échelle limnimétrique sur le rio PARAGUAY à la diligence de la COMPANHIA FLORESTAL BRASILEIRA ; les relevés sont disponibles sur place.

Enfin, dans ses rapports de mission de 1964 et 1965, Georges DROUHIN fait état d'une échelle existant à FORTE COLIMBRA, au moins depuis 1961 et lue par l'Armée. Il est vraisemblable que les relevés sont restés au fort.

5.2. - Le réseau hydrométrique brésilien actuel et projeté

La simple présentation des relevés anciens de longue durée a laissé entrevoir la complexité de gestion du réseau hydrométrique. On peut grouper les organismes impliqués dans les observations hydrologiques en deux ensembles : ceux qui gèrent directement leur réseau et ceux qui le font par contrat avec une firme privée ; une autre division intervient selon qu'il y a des jaugeages ou non d'effectués.

Le tableau V essaie de présenter cette situation. S'il y a un total de 8 organismes intéressés, en négligeant les firmes sous-contrat, on peut considérer que la majorité du réseau dépend de trois d'entre eux : DNPVN, DNAE et CEMAT.

L'intérêt de chacun est différent, ce qui n'empêche pas certains doubles emplois. Le DNPVN s'intéresse essentiellement aux biefs navigables, la CEMAT aux parties amont des cours d'eau susceptibles de production d'énergie, tandis que le DNAE se comporte en service hydrométrique collecteur de données de base.

TABIEAU 5

Organismes impliqués dans les observations hydrologiques

| Propriétaire du réseau | Opération du réseau | | Nombre de stations en service (et en projets) |
|--|---------------------------|-----------------------|--|
| | Lectures d'échelles : | Jaugeages | |
| D.N.P.V.N. | Hidrologia Commercial | Hidrologia Commercial | 13 |
| D.N.A.E. | D.N.A.E. | D.N.A.E. | 5 (16) |
| C.E.M.A.T. | Hidro Service | Hidro Service | 7 |
| Min. de la Marine | Min. de la Marine | néant | 1 |
| C ^{ia} Florestal | C ^{ia} Florestal | néant | 1 |
| C ^{ia} Estrada de ferro Brasil - Bolivia | Technosol | Technosol | 1 |
| Service des Eaux de Cuiabá | S.E. de Cuiabá | néant | 1 |
| Min. de l'Armée | Min. Armée | néant | 2 |

Non compris les stations du RIO PARAGUAI citées dans (5) dont l'existence actuelle n'est pas vérifiée.

Le tableau VI présente l'état actuel du réseau brésilien et les projets du DNAE. Son examen appelle plusieurs commentaires :

- a) La localisation des stations projetées par le DNAE pourra être modifiée en fonction des conditions locales d'observations.
- b) Les types A-B-C et D de stations du DNAE toujours jumelées avec des observations météorologiques (cf IV.2) répondent aux caractéristiques hydrologiques suivantes :
 - A - Echelle limnimétrique. Station de mesures de débits liquides, de débits solides en suspension et de qualité des eaux.
 - C - Echelle limnimétrique. Station de mesures complètes mais "opérée" de manière épisodique.
 - B et D - Simples échelles limnimétriques.

Le réseau hydrométrique comprendra 29 stations, une fois réalisés les projets DNAE, en négligeant les doubles emplois. Sur le plan des données de base, le nombre de stations complètes utiles se limite à 15 dont 6 sur le PARAGUAY, en éliminant les simples échelles et celles qui ne concernent que de tous petits bassins.

Les seuls stations qui paraissent, en dehors de CUIABA, avoir fait l'objet de campagnes de jaugeages systématiques ces dernières années, sont, selon HIDROLOGIA COMMERCIAL, CUIA et PORTO ESPERANCA. A la première, on possède en 1962-63 une série de 19 mesures de débits échelonnées entre 0,35 m (90 m³/s) et 5,00 m (1 400 m³/s) d'amplitude comparable à la série réalisée à CUIABA. Cette station de CUIA a pour raison d'être la détermination des caractères hydrauliques dans le bief du futur barrage de FUNIL, dont l'avant-projet est terminé (digue de 25-30 m de hauteur, réservoir de 1 200 000 000 m³ au moins). Sa réalisation dépend des ressources financières disponibles. Elle pourrait être menée à bien, avant l'achèvement du projet.

A PORTO ESPERANCA sur le PARAGUAY (pont de la voie ferrée BRESIL-BOLIVIE franchissant en trois bras le fleuve dans un bief qui, vu d'avion, paraît peu propice aux jaugeages), il y a eu, entre Janvier 1964 et Août 1965, 22 mesures de débits entre 100,49 m (819 m³/s) et 103,49 m (2 100 m³/s), ce qui couvre au moins le marnage des moyennes eaux.

TABELEAU 6

Inventaire du réseau hydrométrique brésilien

| Cours d'eau | Station | Type | Réseau | Date de mise en service | Surface du bassin en km ² |
|-------------------------|------------------|------|----------------------------|-------------------------|--------------------------------------|
| 1° PARAGUAI | Alto Paraguai | C | DNAE | 28/12/65 | |
| | Barra dos Bugres | C | DNAE | 29/12/65 | |
| | GACERES | C | DNAE | Projet | 33 890 |
| | " | LM-J | DNPVN | 1965 | " |
| | LADARIO | LM-J | M. Marine (+DNPVN) | (1900 (1965)) | 252 000 |
| | LADARIO | C | DNAE | Projet | " |
| | Porto Esperança | LM-J | Estrada de Ferro | 12/63 | 370 500 |
| | " | D | DNAE | Projet | " |
| | Forte Coimbra | LM | Armée (+DNPVN) | ? (1965) | 374 200 |
| | Pecho dos Morcos | LM-J | DNPVN | 1965 | 460 000 |
| " " " " " " " " " " " " | " | C | DNAE | Projet | " |
| | Pôrto Martinho | D | DNAE | " | 461 500 |
| | " | LM | Armée + DNPVN | 1965 | " |
| | " | LM | C ¹ e Florestal | 1939 | " |
| | " | " | " | " | " |
| 2° JAURU | Pôrto Esperidiao | LM-J | DNPVN | 1965 | 5 120 |
| | " | C | DNAE | Projet | " |
| | Baia Grande | LM-J | DNPVN | 1965 | 7 530 |
| AGUAPEI | Jusante de Salto | LM-J | DNPVN | 1965 | 560 |
| 3° CUIABA | Rosario Oeste | LM-J | " | " | 14 970 |
| | " | C | DNAE | 27/12/65 | " |
| | Guaia | LM-J | CEMAT ? | 1962 ? | |
| | CUIABA | LM | S.E. Cuiaba | 1933 | |
| | " | LM-J | CEMAT | 1962 | |
| | " | A | DNAE | 16/11/65 | |
| " | SÃO JOSE VELHO | C | " | Projet | |

TABLEAU 6 (suite)

| Cours d'eau | Station | Type | Réseau | Date de mise en service | Surface du bassin en km ² |
|--------------------|----------------------|------|--------|-------------------------|--------------------------------------|
| CASCA | Amont barrage | LM+J | GEMAT | 1965 | |
| - | Site barrage | LM | " | " | |
| - | Aval barrage | LM | " | " | |
| RIBEIRO PONTE ALTA | 1 station | LM+J | " | " | |
| 4° SÃO LOURENÇO | FATIMA | " | " | " | |
| - | JACIARA/FATIMA | C | DNAE | Projet | |
| - | COLONIA SANTA ISABEL | C | " | " | |
| VERMELHO | BONDONOPOLIS | LM+J | DNPVN | 1965 | 11 200 |
| - | " | C | DNAE | 31/10/65 | |
| PIQUERI | PINDAÍRAL | C | " | Projet | |
| 5° TAQUARI | COXIM | LM+J | DNPVN | 1965 | 27 500 |
| - | COXIM | A | DNAE | Projet | |
| - | ITUMBIRA | C | " | " | |
| 6° AQUIDAUANA | JANGO | LM+J | GEMAT | 1965 | |
| - | AQUIDAUANA | C | DNAE | Projet | |
| MIRANDA | MIRANDA | LM+J | DNPVN | 1965 | 14 820 |
| - | " | C | DNAE | Projet | |

N.B. 1 : LM veut dire limnimètre et J jaugeages

N.B. 2 : A, B, C et D sont les types de stations DNAE

N.B. 3 : L'ordre de présentation commence par le PARAGUAI puis prend du Nord au Sud en tournant par l'Est tous les grands systèmes d'affluents, les stations étant toujours prises d'amont en aval.

5.3. - Hydrographie, impressions de voyage et régime hydrologique

Ce paragraphe n'a nullement la prétention de constituer un exposé scientifique complet sur le thème. On se contente de fournir dans l'optique de l'information préalable les principaux renseignements extraits de la littérature et de notre reconnaissance aérienne de la région.

Le rio PARAGUAY a un bassin de 840 000 km² quand il se jette dans le rio PARANA à la frontière de l'ARGENTINE et du PARAGUAY.

On convient d'appeler haut-bassin la partie drainée par le fleuve avant qu'il n'entre complètement dans l'état du PARAGUAY (confluence du rio APA, en R.G.). Ce haut bassin de quelque 500 000 km² sera étudié par le projet en amont de PORTO MURTINHO (460 000 km²) dernier poste brésilien important ; dans cette partie, plus des 3/4 du bassin sont en territoire brésilien, le reste en majorité en Bolivie et pour une faible part au PARAGUAY.

Le projet ne couvre que la partie brésilienne, mais il va de soi que, malgré la possibilité d'étudier le fleuve lui-même dans sa totalité, la pleine compréhension du régime hydrologique et l'établissement du bilan hydrique ne pourront être atteints avec précision dans disposer de relevés pluviométriques sur les fractions de bassin bolivienne surtout et paraguayenne.

Le haut-bassin brésilien du PARAGUAY est inscrit dans un demi-arc de cercle qui l'enveloppe du Nord au Sud en passant par l'Est et que forment une série de chaînes montagneuses et de hautes terres en plateaux. On y trouve des formations diverses (6) :

- Massif de SANTA BARBARA (granits intrusifs, schistes) à la limite N.E. du bassin avec le versant amazonien (GUAPORE).
- Serras de TOMBADOR, dos ARARAS, do QUILOMBO, BODOQUENA, d'étage ordovicien, plus gréseux de type appalachien.
- Serra de PARECIS, discordance gréseuse mésozoïque de type tassili, formant limite Nord avec le versant amazonien (TAPAJÓZ).
- Chapadas de GUIMARAES et d'AQUIDAUANA (grès permien et dévonien) sur le flanc Ouest séparant du bassin de l'ARAGUAY.

Toutes ces hautes terres se situent entre 300 et 700 mètres d'altitude, couvertes de forêts sur les versants de serras, ou livrées aux cultures et à la pâture sur les plateaux.

La liaison avec les alluvions du PANTANAL (80 000 km² environ, strate herbacée exclusive) se fait par une pédiplaine d'érosion sur socle précambrien formée à une époque aride et reprise par l'érosion fluviale actuellement (phase plus humide). On trouve de la forêt dense sur le haut-bassin proprement dit du PARAGUAY, en amont de CACERES (pluviosité supérieure à 1 400 mm ?), tandis qu'ailleurs la savane arborée claire est de règle sur les hauts-bassins, avec les traces de nombreux défrichements.

La séparation des eaux entre PARAGUAY et AMAZONE n'est pas nette en de nombreux endroits. La littérature des explorations citée par SOLDANO (5) fait état de nombreuses tentatives de liaison par voie fluviale entre les deux systèmes :

- a) AGUAPÉHY affluent R.D. du JAURU et ALEGRE affluent R.D. du GUAPORÉ par 16° 14' S, liaison réalisée par L. PINTO en 1771.
- b) TOURBALOR affluent du GUIABA et ARINOS affluent du TAPAJOS, liaison possible selon F. AUGUSTE OCTAVIO.

Le problème de la navigabilité sans hiatus entre les deux grands fleuves reste un objectif brésilien que le projet pourra éclairer.

Selon les terrains drainés et le relief, les principaux cours d'eau du bassin sont soit très chargés en eau rouge (rio NEGRO, sao LOURENÇO, PARAGUAY) soit peu chargés et de teinte grise (GUIABA, SEPOTUBA).

Tous ces cours d'eau abordent le PANTANAL à des cotes voisines de 150 m et rejoignent le PARAGUAY après un long parcours.

Le PANTANAL offre des aspects différents :

- a) sa partie Est amont est dotée de nombreuses terres exondées couvertes d'arbres ; les fleuves y ont une action intense de recouvrements de méandres (du Sud au Nord : NEGRO, TAQUARI, PIQUIRI, ITIQUIRA, SÃO LOURENÇO). Entre les thalwegs principaux objets de quelques débordements, il n'y a pas trace de chevelu hydrographique, mais seulement de multiples cuvettes plus ou moins circulaires remplies d'eau trouble ou claire (eau de pluie ou remontée de la nappe ?). Ces cuvettes sont surtout denses entre NEGRO et PIQUIRI.
- b) le PANTANAL du Nord entre PARAGUAY et GUIABA est l'objet de vastes inondations que drainent difficilement des thalwegs enherbés.
- c) le PANTANAL central au niveau et au Sud de CORUMBÁ est la zone des plus forts débordements, en d'immenses prairies. Les affluents (TAQUARI et NEGRO) y perdent la plupart de leurs eaux et seul un lit mineur ténu et même intermittent réussit à rejoindre le fleuve.

d) en aval de FUERTE OLIMPO, le PARAGUAY émet de nombreux effluents à vie éphémère et est relié à de nombreux lacs, mais les débordements de ce PANTANAL méridional sont limités au lit majeur du fleuve, des terres exondées avec palmiers font leur apparition croissante vers le Sud.

Un seul rétrécissement affecte le rio PARAGUAY, environ 30 km en amont de PÓRTO MURTINHO ; il franchit en rapide le défilé de FECHO des MORROS par deux bras bien dessinés et étroits qui pourraient constituer une bonne station hydrométrique (affleurement de syénites ?).

Le PARAGUAY est accessible toute l'année aux bateaux de faible tonnage à fond plat sur le bief en aval de CORUMBÁ (1 130 km d'ASUNCIÓN, soit 45 à 60 heures de voyage). Les biefs amont ne sont navigables en toute saison que pour des embarcations ne calant pas plus de 60-70 cm ; les méandres nombreux allongent fortement les trajets : CORUMBÁ-CACERES (730 km), CORUMBÁ-CULABÁ (850 km).

En hautes eaux on note la présence encore peu gênante de jacinthes d'eau, ici "camalotes" ou "batumes".

Il n'existe aucun levé hydrographique de précision. La Marine possède une carte au 1/40 000ème dessinée au cheminement par ses pilotes, et les profils en travers des sections les plus délicates du bief aval de CORUMBÁ-LADÁRIO.

L'un des objectifs de la CIBFU (COMISSÃO INTERESTADUAL da BACIA-URUGUAY) est de réaliser ce levé de précision au 1/10 000ème comme elle l'a fait pour le PARANÁ.

Cet objectif de portée considérable dépasse certainement le cadre du projet et les possibilités actuelles de développement régional. Des travaux plus modestes pourront être entrepris en collaboration avec la CIBFU dans le domaine de la topographie.

Le régime hydrologique des formateurs du PARAGUAY, en amont du PANTANAL peut être représenté par celui du rio CULABÁ que la série de 1933-65 (avec lacune) permet d'appréhender.

Répondant aux pluies d'Octobre à Avril, l'hydrogramme du rio CULABÁ est celui d'un cours d'eau tropical de bassin modéré sur lequel s'individualise nettement plusieurs pointes de crue. Les hautes eaux s'étendent de Novembre à Mai avec un maximum généralement atteint en Mars ou Avril, parfois précoce et survenant en Janvier.

L'étiage paraît très régulier (cote minimale toujours comprise entre 1,30 et 1,50 m) vraisemblablement parce qu'une nappe abondante intervient ; l'année très sèche de 1964, le niveau est exceptionnellement tombé à 1,00 m.

L'étiage survient en Août et surtout en Septembre.

L'année hydrologique pourrait être prise du 1^{er} Octobre au 30 Septembre.

L'action du PANTANAL s'observe parfaitement à l'examen du régime du PARAGUAY à LADARIO : régularisation de l'hydrogramme de crue dont la variation est lente et homogène ; retard d'écoulement de 2 à 3 mois sur CUIABÁ.

Ainsi les hautes eaux se déroulent-elles d'Avril à Août, le maximum ayant généralement lieu en Mai ou Juin ; les basses eaux s'étendent d'Octobre à Décembre. L'année hydrologique coïncide avec l'année calendaire.

Selon (5) l'onde de crue du PARAGUAY se déplacerait à une vitesse moyenne de 9 km/jour dans un fleuve dont la pente décroît de 13 à 3 cm/km environ.

A PUERTO SASTRE, toujours selon SOLDANO, le module serait de 3 000 m³/s soit 7 l/s.km² ; pour une pluviosité moyenne de 1 350 mm, un tel écoulement représente 16 % des apports météoriques.

En comparaison, les grands fleuves africains, objets de régularisation naturelle par débordements et inondations, sont beaucoup moins abondants, car la pluviosité de leurs bassins est moindre :

| | | | |
|---------------------|-------------------------|-------------------------|-------------------------|
| - SENEGAL à DAGANA | 300 000 km ² | 750 m ³ /s | 2,5 l/s.km ² |
| | P = 800 mm | | K _e = 10 % |
| - NIGER à DIRÉ | 330 000 km ² | 1 200 m ³ /s | 3,6 l/s.km ² |
| | P = 1 100 mm | | K _e = 10,5 % |
| - CHARI à FORT-LAMY | 600 000 km ² | 1 250 m ³ /s | 2 l/s.km ² |
| | P = 1 050 mm | | K _e = 6,3 % |

Mais il ne faut pas oublier que les indications de débit relatives au PARAGUAY correspondent à des données qui nous sont encore mal connues jusqu'à maintenant.

Enfin, il ne faut pas croire que le régime du haut PARAGUAY soit simple. La seule comparaison des années extrêmes entre CUIABÁ et LADARIO montre bien qu'il n'y a pas homogénéité spatiale étroite de la pluviosité (tableau VII) sur l'ensemble du bassin.

Enfin, le fait que le PANTANAL offre des aspects assez différents

TABEAU 7

Crues et étiages exceptionnels à LADARIO et GUIABA

A) - Crues maximales annuelles classées

| LADARIO | | |
|---------|-------|--------------|
| Rang | Année | Cote extrême |
| 1 | 1905 | 660 |
| 2 | 1913 | 640 |
| 2 | 1920 | 640 |
| 4 | 1921 | 600 |
| 4 | 1932 | 600 |

| GUIABA | | |
|--------|-------|--------------|
| Rang | Année | Cote extrême |
| 1 | 1942 | 1 070 |
| 2 | 1960 | 1 030 |
| 3 | 1959 | 1 000 |
| 4 | 1935 | 910 |

B) - Étiages absolus annuels classés

| LADARIO | | |
|---------|-------|--------------|
| Rang | Année | Cote extrême |
| 1 | 1964 | - 0,60 |
| 2 | 1910 | - 0,50 |
| 3 | 1944 | - 0,40 |
| 4 | 1915 | - 0,30 |
| 5 | 1938 | - 0,25 |

| GUIABA | | |
|--------|-------|--------------|
| Rang | Année | Cote extrême |
| 1 | 1964 | 100 |
| 2 | 1937 | 120 |
| 2 | 1963 | 120 |
| 4 | 1934 | 130 |
| 4 | 1943 | 130 |

suivant les régions peut laisser augurer d'une certaine complexité dans les mécanismes de remplissage et de vidange, complexité qui doit se retrouver dans la propagation de la crue du PARAGUAY et dans l'évolution de ses caractères d'amont en aval.

Ainsi la comparaison des dates d'étiage absolu entre CORUMBA et F. COIMBRA de 1961 à 64 (*) montre une bizarre inversion en faveur du poste aval, tandis que le délai entre maximums varie de 5 à 15 jours, cette fois dans le bon sens.

Un important travail d'analyse critique de la documentation ancienne est à faire en s'appuyant sur les données du nouveau réseau et sur les propres travaux qu'entreprendra le projet.

En matière de conclusion, on peut regarder l'évolution la plus vraisemblable des études hydrologiques dans le cadre du projet.

Le réseau hydrométrique nécessaire pour connaître le régime du bassin du haut PARAGUAY doit comprendre plusieurs types de stations à vocation et de nature différentes :

- a) des stations de type classique équipées ou non de limnigraphes selon l'importance des bassins drainés et la qualité des observations recueillables. Ces stations doivent permettre sur les parties hautes du bassin, avant l'entrée dans le PANTANAL, de déterminer les régimes des principaux cours d'eau formateurs du PARAGUAY, afin que les apports au PANTANAL puissent être évalués correctement. Tel qu'il est le réseau actuel et en projet remplit à peu près cette mission ; une coordination entre doubles emplois et l'accroissement conséquent de la densité du réseau, donc de la quantité d'informations, sans augmentation de dépenses.
- b) Des stations équipées de limnigraphes longue durée, de type classique (avec bande enregistreuse à changer périodiquement) ou dotés d'émetteurs radio. Ces stations devront être placées dans le PANTANAL le long des principaux axes d'écoulement, afin que puissent être saisis :
 - l'importance des débordements ;
 - la localisation des biefs où se produisent ces débordements ;
 - l'évolution des caractéristiques d'écoulement de chaque cours d'eau depuis son entrée au PANTANAL.

jusqu'à sa confluence avec le PARAGUAY. L'implantation de ces stations exige une étude préalable des photographies aériennes suivie d'une reconnaissance locale.

(*) . Selon les rapports de G. DROUHIN.

- c) Des stations d'un type quelconque - classique ou à transmission radioc. échelonnées sur le cours du PARAGUAY pour répondre à toutes les questions que pose la recherche de la connaissance détaillée du régime de ce fleuve. Le réseau actuel et en projet est déjà un premier pas, mais il faudrait l'étoffer par exemple en remettant en service - si elles sont fermées - les stations mentionnées dans l'étude de SOLDANO.

Un total de 35 stations paraît nécessaire au stade du projet ; l'objectif futur pourrait être d'atteindre 45 à 50 postes, soit à peu près une densité de 1 pour 10 000 km².

Etant donné la faiblesse du réseau pluviométrique presque inexistant en dehors des postes météorologiques, il paraît utile d'envisager l'accouplement systématique d'un pluviomètre à toute échelle, ou d'un pluviographe à tout limnigraphe. La norme optimale de réseau en cette matière ne sera pas encore atteinte puisqu'elle est de 1 poste pour 2 000 km², soit ici un total au moins de 180, triple des objectifs raisonnables du projet.

Ces quelques dernières remarques confirment s'il en est besoin l'importance et l'intérêt du projet.

PARIS, Juin 1966

LISTE des PUBLICATIONS EXISTANTES consacrées
à la DOCUMENTATION du BASSIN
du HAUT PARAGUAY

- (1) MARCOS - ARRUDA "Bibliografia de MATO GROSSO, especialmente da parte brasileira da bacia hidrografica do alto rio PARAGUAY" DNOS - Rio. 1966.
- (2) I.B.G.E. "Carta do BRASIL a milionesimo" 1960 (atlas reliée et cartonné).
- (3) HIDROLOGIA COMMERCIAL "Estudio hidrologico do rio PARAGUAY - Relatorio preliminar" DNFVN. 1966 - 4 volumes.
- (4) HIDRONACIONAL "Aproveitamento hidreletrico do rio CUIABA" CEMAT - Rio.
- (5) ING^{no} F.A. SOLDANO "Regimen y aprovechamiento de la red fluvial argentina" Editoria Albatros Maipu 391 - BUENOS AIRES 1947.
- (6) J. DEMONGEOT "Problèmes morphologiques du MATTO GROSSO Central" Revue de géographie alpine. Tome XLVIII - GRENOBLE 1960.