

COMPTE RENDU DE MISSION 'BENI V'

DU 03 AU 17 NOVEMBRE 1996

Laurence MAURICE BOURGOIN (UR 22)

ORSTOM - BOLIVIE

CAMPAGNE D'ÉCHANTILLONNAGE ET DE JAUGEAGES SUR LE BASSIN BOLIVIEN DU RIO MADERA



Le service français de recherche scientifique
pour le développement et l'occupation

UMSA - IIQ SENAMHI
SERVICIO HIDROGRAFICO DE LA NAVAL

Destinataires

- ✓ M. RIEU, Directeur du Département des Eaux Continentales, ORSTOM Paris, France
- ✓ J.M. FRITSCH, Responsable de l'Unité de Recherche 22, ORSTOM Montpellier, France
- ✓ J.L. GUYOT, Unité de Recherche 22, ORSTOM Brasilia, Brésil
- ✓ P. SEYLER, Unité de Recherche 22, ORSTOM Piracicaba, Brésil
- ✓ B. POUYAUD, Représentant de la mission ORSTOM à La Paz, Bolivie
- ✓ Cap. Frag. DEMN. REBOLLO, Directeur du Service Hydrographique Naval, La Paz, Bolivie
- ✓ Ing. Carlos DIAZ, Directeur du SENAMHI, La Paz, Bolivie
- ✓ Lic. Jorge QUINTANILLA, Univ. MSA, Inst. de Chimie, La Paz, Bolivie

1 - Objectifs de la mission

Cette mission, réalisée dans le cadre du programme Amazone de l'UR22 et dans la continuité du programme PEGI - Grands Bassins Fluviaux, présentait 2 axes de travail :

1. Volet hydrologique

Dans le cadre des conventions passées avec la Navale et le SENAMHI, l'ORSTOM s'est engagé à apporter un soutien technique dans la mise en place et le suivi d'un réseau hydrologique minimal dans le bassin amazonien bolivien. Cette campagne a donc été organisée en vue de faire le point sur les stations existantes du bassin ainsi que sur les besoins en nouvelles stations. Ce volet a plus particulièrement été traité par Bernard POUYAUD et Pascal FRAIZY qui ont concentré leurs efforts sur les sous-bassins amont du rio Mamoré.

Leurs objectifs consistaient donc à établir :

- un diagnostic des échelles et des stations et à élaborer de propositions de rénovation ou d'installation de nouvelles stations
- des jaugeages
 - aux stations PHICAB, déjà calibrées et vérification des courbes d'étalonnage avec l'ADCP,
 - aux points de prélèvements d'eau,
 - en face des échelles en cours.

Cette campagne a donc permis de tester et de valider l'ADCP dans les rivières du bassin amazonien bolivien, avec succès. Une fois les stations installées et/ou rénovées sur le bassin amazonien, cet outil nous sera indispensable pour réaliser leur calibration. Certaines sections ont présenté des singularités intéressantes, comme par exemple celle de Miraflores sur le Madre de Dios, où la présence de fonds mobiles expliquerait les difficultés de réception du signal.

2. Volet géochimique

L'objectif du volet géochimique est d'échantillonner, en début de hautes eaux, les principaux cours d'eau du bassin amazonien bolivien dans le but de suivre l'évolution spatio-temporelle des éléments chimiques, dont les métaux trace et le mercure, dans les eaux de surface. Cette campagne fait suite aux précédentes campagnes de prélèvements réalisées en 1994, 1995 et mai 1996.

2 - Participants

Pour la bonne réalisation des objectifs, la mission s'est répartie en 2 groupes : l'un en hydrologie, et le second en géochimie. Le premier groupe s'est intéressé aux sous-bassins andins du rio Mamoré, en se rendant à Puerto Villaroel par Villa Tunari. Ils ont ensuite rejoint Trinidad en péniche-citerne (cf. CR PF). Ce premier groupe nous a rejoint à Rurrenabaque, le 08 novembre, où nous avons poursuivi la mission ensemble.

Luc BOURREL est resté à Trinidad rejoint par Sophie MOREAU de l'ABTEMA afin de réaliser leur travail de calibration d'une image RADARSAT de la plaine d'inondation.

1er groupe : Hydrologie

Véhicule 1 :

Bernard POUYAUD
Luc BOURREL
Jorge ESPINOZA
Oscar FUERTES

ORSTOM Hydrologie, DRCE, Dr centre La Paz
ORSTOM Hydrologie, CR2, La Paz, Bolivie
Service Hydrographique de la Navale, La Paz, Bolivie
Hidrólogo SENAMHI, La Paz, Bolivie

Véhicule 2 :

Jean Philippe CHAZARIN
Pascal FRAIZY

ORSTOM Hydrologie, TR2, La Paz, Bolivie
ORSTOM Hydrologie, AI, La Paz, Bolivie

2eme groupe : Géochimie

Véhicule 3 :

Laurence MAURICE BOURGOIN
Félix GARCIA
Irma QUIROGA
André FATRAS

ORSTOM Hydrogéochimie, CR2, La Paz, Bolivie
ORSTOM chauffeur, La Paz, Bolivie
UMSA, IIQ, La Paz, Bolivie
Reporter photographe, France

Remarque : j'ai profité de la visite d'un ami photographe en Bolivie pour réaliser un reportage sur « l'eau en Bolivie : usages et conséquences environnementales ». Ce titre n'est que provisoire mais la présence et le travail d'André FATRAS sur ce chantier permettra à l'ORSTOM de compléter sa base photo (diapositives) sur la Bolivie, et ce, gratuitement.

3 - Financement

Les frais de tournée sur le terrain de tous les participants, sauf ceux d'André FATRAS, ainsi que les frais d'essence ont été pris en charge par l'Orstom.

4 - Déroulement de la mission

31 octobre : Prélèvements au Zongo, point le plus amont du bassin du rio Béni

- Prélèvements d'eau glaciaire au rio Zongo.
- Filtrations et fixations des échantillons à La Paz

3 novembre : La Paz - Caranavi

- Prélèvement sur le rio Coroico à Santa Barbara.
- Filtrations et fixation des échantillons à Caranavi.

4 novembre : Caranavi - Guanay - Caranavi

- Prélèvement sur le rio Challana, en amont de sa confluence avec le Mapiri
- Prélèvement sur le rio Tipuani, en amont de sa confluence avec le Mapiri
- Prélèvement sur le rio Mapiri, en amont de la ville de Guanay
- Prélèvement sur le rio Coroico, en amont de sa confluence avec le Mapiri

5 novembre : Filtrations et fixations des échantillons à Caranavi

6 novembre : Prélèvement sur le rio Kaka et au Zongo aval

- Visite d'une coopérative aurifère par un ancien mineur et piroguier (Alejandro NUNEZ)
- Prélèvement sur le rio Kaka, en aval d'une coopérative aurifère (San Juanito)
- Prélèvement sur le rio Zongo peu en amont de sa confluence avec le Coroico.
- Jaugeage au moulinet sur le rio Coroico a Santa Rita de Buenos Aires (hélice grippée).
- Filtrations et fixation des échantillons a Caranavi.

7 novembre : Visite de coopératives aurifères sur le rio Kaka

- Reportage sur les étapes de récupération de l'or déposé dans les séries alluviales du rio Kaka à la coopérative de San Juanito (300 ha de concession, 30 familles à temps plein depuis 4 ans)

tri granulométrique, lavage des fines particules, ajout de mercure solide et de détergent, mélange et formation de l'amalgame, récupération de cet amalgame à la batée puis

quémation

à l'air libre sans aucune mesure de protection. Ils prétendent utiliser 2 kg Hg / kg Au extrait

et

réaliser une moyenne de 3 kg d'or par mois à répartir entre les membres de la coopérative.

Le mercure est acheté 180 Bs, soit 180 FF, le kg et l'or vendu à 50 Bs le gramme.

- Visite et interview des mineurs de cette coopérative dont une partie de l'or est extrait de galeries. Les enfants y travaillent à partir de l'âge de 5-6 ans car sont les seuls à pouvoir pénétrer dans ces galeries hautes, pour certaines, d'une vingtaine de centimètres. Les galeries sont creusées le long de veinules aurifères dans des séries sédimentaires récentes et très fragiles. Les accidents sont fréquents mais sans trop de gravité, à leur dire. Ils parviennent à extraire en moyenne journalière 2 grammes d'or qui sont récupérés directement à la batée sans utilisation de mercure.
- Visite d'une coopérative gérée par des Russes. Leur mode de travail est plus sophistiqué et plus rentable puisqu'ils extraient en moyenne 12 à 13 kg d'or par mois, tout en récupérant 80% du Hg utilisé. Les séries sédimentaires sont découpées au bulldozer et les plus gros

blocs

sont expulsés au karsher avant le tri granulométrique puis l'amalgame qu'ils réalisent quotidiennement.

8 novembre : Caranavi - Rurrenabaque. Prélèvements sur l'Alto Béni

- Prélèvement sur l'Alto Béni à Sapecho
- Filtrations et fixation des échantillons a Rurrenabaque.
- Arrivée de l'équipe hydrologie (après une traversée difficile depuis Trinidad).

9 novembre : Prélèvement et jaugeages sur le rio Béni a Rurrenabaque

- Prélèvement sur le rio Béni à Angosto del Bala
- Jaugeages a l'ADCP sur le Béni a Angosto del Bala et en face de l'échelle de la Navale
- Visite de la station de télétransmission
- Filtrations et fixation des échantillons à Rurrenabaque.
- Prélèvements d'eau thermale située à 400 m en amont de la station d'Angosto : eau à 33°C, conductivité de 1420 $\mu\text{S cm}^{-1}$, Q d'environ 0,3 l s⁻¹, légère odeur de soufre. (projet d'étude avec M. TAKUSHI, rencontré au cours de l'opération TOTAL).

10 novembre : Rurrenabaque - Riberalta

11 novembre : Prélèvements et jaugeages du Béni et du Madre de Dios

- Jaugeage et prélèvements du rio Béni en amont de sa confluence avec le Madre de Dios.

- Jaugeage et prélèvements du rio Madre de Dios, à 3 km en amont de sa confluence
- Visite de l'ancienne station de Miraflores sur le Madre de Dios.**
 Cette station est située à 70 km de sa confluence avec le Béni, soit 2h30 de Zodiac (40 CV) pour la montée et 1h45 pour la descente. Elle est inopérante depuis 3 ans environ.
 De la batterie d'échelles installée par R. HOORELBECKE, ne restent que les 2 derniers éléments sans les graduations, mais la famille est toujours la même et se dit prête à continuer à coopérer. Les lecteurs sont Oscar et Suzana WARI.
 Présence de barges d'orpailleurs (6 dont la moitié opérationnelles).
- Filtrations et fixations des échantillons a Riberalta

12 novembre : Prélèvements et jaugeages du rio Orthon -

Installation d'une nouvelle batterie d'échelles à Miraflores (suivi de crue)

- Jaugeage à l'ADCP et prélèvements dans le rio Orthon (à 45' de la base navale de Riberalta).
Présence d'orpailleurs en sortie de l'Orthon.
- Filtrations et fixation des échantillons a Riberalta.
- Installation de 5 éléments d'échelle afin de suivre la crue 96-97 à Miraflores.

13 novembre : Riberalta - Guayaramerin - Cachuela Esperanza.

Prélèvements du rio Yata - Jaugeage et prélèvements du Mamoré a

Guayaramerin

- Prélèvements sur le rio Yata en amont du village.
- Visite de Cachuela Esperanza (des éléments d'échelle restants aucune lecture n'est effectuée

;

le personnel de la capitainerie est réaffecté tous les 2 ans).

- Prélèvements et jaugeage du Mamoré à 1000 m en amont de la ville. Pour des raisons de praticabilité des berges, le Zodiac a été mis à l'eau et relevé a la base militaire de la Navale, qui possède également une échelle limnimétrique montée à l'envers (!).
Vérification à l'ADCP de la précision des jaugeages (erreur de 1,8% entre des jaugeages réalisés sur des sections transversales et non transversales - à + 30° en amont -).

14 novembre : Prélèvements à Puerto Arara sur le Madeira

- Prélèvements à Puerto Arara, station située à 30 km en aval de la formation du Madeira, et dont les eaux du Béni et du Mamoré sont mélangées et donc représentatives de cet affluent andin de l'Amazonie. Aucune donnée en ce point n'a été, à ma connaissance, diffusée.
C'est grâce à l'intervention d'un Cdt de la Navale de Guayaramerin que nous avons pu rejoindre Puerto Arara en avion particulier, aucun autre moyen de transport n'est envisageable

sur ce site. La personne en charge de ces transits Guayaramerin - Pto Arara est Jorge FINANZOLA, pilote particulier travaillant régulièrement avec les forces aériennes.

Cependant, en raison du mauvais temps qui menaçait la zone de vol, PF et moi avons décidé de rentrer à Guayaramerin par nos propres moyens (via terrestre par le Brésil).

- Filtrations et fixation des échantillons a Guayaramerin.
- Retour sur La Paz de Bernard POUYAUD, accompagné de Jorge ESPINOZA.

15 novembre : Guayaramerin - Rurrenabaque

16 novembre : Rurrenabaque - Caranavi

Les fortes pluies des derniers jours ont sérieusement endommagé la piste, surtout entre Santa Rosa et Reyes.

17 novembre : Caranavi - La Paz / Jaugeages du Mapiri et du Challana

- Retour sur La Paz de l'équipe géochimie (un éboulement de terrain sur la route des Yungas, à 1 heure Yolosa, nous a retardé de 7 heures).
- PF, JPC et OF restant à Guanay pour terminer les jaugeages sur les rivières des sous-bassins andins de l'Alto-Béni. N'ont pu être réalisés que les jaugeages des rivières Mapiri et Challana en raison d'une forte montée de crue et d'un matériel non adapté.

18 novembre : Retour sur La Paz du restant de l'équipe

5 - CONCLUSIONS

En ce qui concerne le volet hydrologique, les objectifs initialement programmés ont pu être réalisés dans les limites d'utilisation du matériel ; en effet, la saison des pluies a commencé dès la fin du mois d'octobre, soit plus tôt que l'année dernière, ce qui nous a conduit à abandonner certaines tentatives de jaugeages au câble sur les hauts bassins du Mamoré (Chaparé) et de l'Alto-Béni (Tipuani, Zongo).

Le transport de Puerto Villaroel à Trinidad en péniche-citerne de la Navale s'est bien déroulé mais il est impensable d'utiliser ce moyen pour les prochaines tournées hydrologiques, en raison d'un problème évident de calendrier (nos tournées ne correspondent pas forcément à leurs dates de ravitaillements) et de commodité de travail. Le bassin du rio Mamoré n'étant praticable que par voie fluviale, il est clair que le Zodiac seul ne permettra pas de descendre le Mamoré jusqu'à Guayaramerin, station ultime de ce bassin, ce qui nous a conduit à envisager l'achat d'une embarcation (digne de ce nom), en aluminium et à compartiments étanches, permettant de contrôler l'hydrologie de tout le bassin du Mamoré dans de bonnes conditions.

D'autre part, il est apparu indispensable de prévoir l'installation d'une station sur l'Alto-Béni à contrôler également à partir de certains de ses tributaires (Coroico, Challana, Mapiri, Kaka).

Les jaugeages réalisés à l'ADCP nous ont permis :

- de confirmer l'excellente précision de cet appareil placé dans de bonnes sections (de 0,5 à 2%), et
- de mettre en évidence la présence de fonds mobiles (bancs de sable), spécialement sur le Madre de Dios, et donc de tester aux limites de l'appareil.

En ce qui concerne le volet géochimique, 2 points positifs sont à souligner :

- l'échantillonnage d'eaux thermales débouchant dans le Béni au pied du piémont andin, dont l'analyse géochimique nous permettra peut-être d'expliquer certaines anomalies métalliques.
- l'échantillonnage du rio Madeira, à 30 km en aval de sa formation, un des 4 principaux tributaires andins de l'Amazone ; cette station représente le point d'intégration spatial de tout le bassin amazonien bolivien.

Fait a La Paz, le 20 novembre 1996

Laurence MAURICE BOURGOIN

ANNEXE A

RESUME DES DISTANCES PARCOURUES ET TEMPS DE TRAJET

TRAJET	DUREE	DIST. (km)	CONSOM. (l)	COUT (FF)
La Paz - Caranavi	05:00	170	51	102
Caranavi - Guanay	01:30	95	29	57
Caranavi - Rurrenabaque	06:00	275	83	165
Rurrenabaque - Riberalta	08:00	535	160	321
Riberalta - Guayaramerin	01:30	95	29	57
La Paz - Guayaramerin - La Paz	TOTAL	2975		1785
	MISSION			

COUT DE LA MISSION

• Frais de mission du personnel Orstom + partenaires	7 000 FF
• Frais essence : 2 véhicules	3 500 FF
+ moteur HB	2 000 FF
• Frais divers	1 500 FF
TOTAL	14 000 FF

INFORME DE MISIÓN 'BENI V'

DEL 03 AL 17 DE NOVIEMBRE 1996

Laurence MAURICE BOURGOIN (UR 22)

ORSTOM - BOLIVIA

CAMPAÑA DE MUESTREO Y DE AFOROS
EN LA CUENCA BOLIVIANA DEL RIO MADERA



Observatoire Régional de l'Environnement de Montpellier
pour la valorisation de l'expertise

UMSA - IIQ SENAMHI
SERVICIO HIDROGRAFICO DE LA NAVAL

Destinatarios

- ✓ M. RIEU, Directeur du Département des Eaux Continentales, ORSTOM Paris, France
- ✓ J.M. FRITSCH, Responsable de l'Unité de Recherche 22, ORSTOM Montpellier, France
- ✓ B. POUYAUD, Représentant de la mission ORSTOM a La Paz, Bolivie
- ✓ J.L. GUYOT, Unité de Recherche 22, ORSTOM Brasilia, Brésil
- ✓ P. SEYLER, Unité de Recherche 22, ORSTOM Piracicaba, Brésil
- ✓ Cap. Frag. Demn. REBOLLO, Director del Servicio Hidrográfico Naval, La Paz, Bolivie
- ✓ Ing. Carlos DIAZ, Director del SENAMHI, La Paz, Bolivie
- ✓ Lic. Jorge QUINTANILLA, Resp. Instituto Investigación Química, UMSA, La Paz, Bolivia

VERSIÓN CASTELLANA

1 - Objetivos de la misión

Esta misión, realizada dentro de los convenios UMSA-ORSTOM, SENAMHI-ORSTOM y SHNB-ORSTOM, en la continuación del programa de estudio hidrogeoquímico de la cuenca amazónica boliviana, tenía dos ejes de trabajo :

1. un eje hidrológico

Dentro de los convenios firmados con el SENAMHI y el SHNB, el ORSTOM se comprometió a proponer una ayuda técnica en la instalación, la renovación y/o el mantenimiento de la red hidrométrica de la cuenca amazónica boliviana. Esta campaña fue realizada dentro de esos objetivos, particularmente por el Dr. Bernard POUYAUD y el Sr Pascal FRAIZY que han trabajado en las cuencas del Mamoré y del Beni.

Tenían que realizar :

- **un diagnóstico** de las escalas y de las estaciones y elaborar propuestas de renovación o de instalación de nuevas escalas
- **aforos** en :
 - las estaciones PHICAB, para verificar sus calibraciones con el ADCP,
 - los puntos de muestreo de agua,
 - las escalas de las capitanías

Esta campaña permitió de probar y validar el ADCP en los rios de la cuenca amazónica Boliviana. Cuando las futuras estaciones van a estar instaladas y/o renovadas, esta herramienta nos permitirá realizar sus calibraciones de manera fina y rápida. Algunas secciones presentaron singularidades interesantes, particularmente el la estación de Miraflores sobre el Madre de Dios, donde la presencia de fondos móviles explicarían las dificultades de recepción del señal.

2. un eje geoquímico

El objeto del voleto geoquímico es de muestrear, al comienzo de las aguas altas, aguas de ríos y para análisis de los aniones, cationes, y metales pesados, incluyendo el mercurio. Esta campaña completará las de 1994, 1995 y de mayo 1996.

2 - Participantes

Para la buena realización de los objetivos, la misión se compartió en 2 grupos / uno en hidrología, y el segundo en geoquímica. El primer grupo se enfocó a las sub-cuencas andinas del río Mamoré, yendo a Puerto Villaroel pasando por Villa Tunari. Han viajado desde Puerto Villaroel hasta Trinidad en cisterna gracias a la cooperación y a la logística de la Navale. Este primer grupo, no ha podido bajar hasta Guayaramerin en cisterna, y ha encontrado el 2^{do} grupo en Trinidad.

1er grupo : Hidrología

Movilidad 1 :

Bernard POUYAUD	ORSTOM Hydrologie, DRCE, Dr centre La Paz
Luc BOURREL	ORSTOM Hydrologie, CR2, La Paz, Bolivie
Jorge ESPINOZA	Servicio Hidrográfico de la Navale, La Paz, Bolivie
Oscar FUERTES	Hidrólogo SENAMHI, La Paz, Bolivie

Movilidad 2 :

Jean Philippe CHAZARIN	ORSTOM Hydrologie, TR2, La Paz, Bolivie
Pascal FRAIZY	ORSTOM Hydrologie, AI, La Paz, Bolivie

2do grupo : Geoquímica

Movilidad 3 :

Laurence MAURICE BOURGOIN	ORSTOM Hydrogéochimie, CR2, La Paz, Bolivie
Félix GARCIA	ORSTOM chauffeur, La Paz, Bolivie
Irma QUIROGA	UMSA, IIQ, La Paz, Bolivie
André FATRAS	Reporter photographe, France

3 - Financiamiento

El viaje en Toyota 4x4, el alojamiento y los gastos de comida para todos los participantes fueron cancelados por el ORSTOM. Cada institución se comprometió a cancelar los viáticos de ley y los seguros de vida para cada uno de los miembros que participan a los trabajos de campo.

4 - Desarrollo de la misión

31 de octubre : Muestreos al río Zongo, punto el mas arriba de la cuenca del río Beni

- Muestreos de agua glacial al río Zongo.
- Filtraciones y fijación de las muestras a La Paz (Laboratorio del IIQ)

3 de noviembre : La Paz - Caranavi

- Muestreo sobre el río Coroico a Santa Barbara.
- Filtraciones y fijación de las muestras a Caranavi.

4 de noviembre : Caranavi - Guanay - Caranavi

- Muestreo sobre el río Challana, arriba de su confluencia con el Mapiri
- Muestreo sobre el río Tipuani, arriba de su confluencia con el Mapiri
- Muestreo sobre el río Mapiri, arriba de la ciudad de Guanay
- Muestreo sobre el río Coroico, arriba de su confluencia con el Mapiri

5 de noviembre : Filtraciones y fijación de las muestras a Caranavi

6 de noviembre : Muestreo en el río Kaka y en el Zongo abajo

- Visita de una cooperativa sobre el río Kaka
- Muestreo sobre el río Kaka, abajo de una cooperativa aurífera
- Muestreo sobre el río Zongo, unos 100 m arriba de su confluencia con el río Coroico
- Aforo al molinete sobre el río Coroico a Santa Rita de Buenos Aires
- Filtraciones y fijación de las muestras a Caranavi

7 de noviembre : Visitas de cooperativas auríferas en el río Kaka

- Reportaje sobre las etapas de recuperación del oro depositado en los series aluviales del río Kaka a la cooperativa de San Juanito (300 ha de concesión, 30 familias trabajando 24 horas por día) : selección granulométrica, limpieza de las partículas finas, añadido de mercurio sólido y de detergente, mezcla y formación del amalgama, recuperación a la batea y quemación al aire libre sin ningún protección. Dicen utilizar 2 kg Hg / kg Au, y realizar una extracción mediana de 3 kg de oro por mes a compartir entre los socios.
El Mercurio se compra 180 Bs el kg, y el oro se vende hasta 50 Bs el gramo.
- Visita a los mineros de esta cooperativa. Niños trabajan a partir de 5-6 años por que son los únicos que pueden entrar en los socavones. Cada uno puede extraer 1 a 2 g de oro por día, directamente a la batea sin utilización del Hg.
- Visita de una cooperativa rusa. Tienen más equipo lo que implementa su productividad por que extraen 12 a 13 kg Au / mes, recuperando hasta 80% del Hg utilizado.

8 de noviembre : Caranavi - Rurrenabaque. Muestreo sobre el Alto Béni

- Muestreo sobre el Alto Beni a Sapecho
- Filtraciones y fijación de las muestras a Rurrenabaque.
- Llegada del equipo 'hidrología' (el camino estaba muy feo entre Trinidad y Rurrenabaque)

9 de noviembre : Muestreo y aforos sobre el río Beni a Rurrenabaque

- Muestreo sobre el río Beni a Angosto del Bala
- Aforos con el ADCP sobre el Beni a Angosto del Bala y en frente de la escala de la Naval
- Visita de la estación de teletransmisión
- Visita de la capitanería y diagnostico de su escala.
- Filtraciones y fijación de las muestras a Rurrenabaque.
- Muestreo de aguas termales, a 400 m arriba de Angosto del Bala, vertiéndose en el río Beni.

10 de noviembre : Rurrenabaque - Riberalta

11 de noviembre : Muestreos y aforos del río Beni y del río Madre de Dios

- Muestreo y aforo del río Beni arriba de su confluencia con el Madre de Dios.
- Muestreo y aforo del río Madre de Dios, 3 km arriba de su confluencia con el Beni.
- Visita de la antigua estación Miraflores sobre el río Madre de Dios
Esta estación es localizada a 70 km de Riberalta, es decir 2h30 de Zodiac (40 CV) a la subida y 1h45 a la bajada. No funciona desde 3 años pero la misma familia de observadores sigue viviendo en este lugar y quería cooperar de nuevo (Suzana y Oscar WARI).
- Filtraciones y fijación de las muestras a Riberalta

12 de noviembre : Muestreos y aforos del río Orthon - Instalación de nuevas escalas a Miraflores

- Muestreos en el río Orthon. Presencia de garimperos en la boca del Orthon con el Beni.
- Aforo del río Orthon con el ADCP.
- Filtraciones y fijación de las muestras a Riberalta
- Instalación de 5 elementos de escalas a Miraflores para controlar las crecidas de 96-97.

13 de noviembre : Riberalta - Guayaramerin - Cachuela Esperanza

Muestreo sobre el río Yata - Aforo del río Mamore a Guayaramerin

- Muestreo sobre el río Yata, arriba del pueblito.

- Muestreo y aforo del río Mamore a 1 km arriba de la ciudad de Guayaramerin. Para mejorar el trabajo cerca de las orillas, el Zodiac fue traído en la base militar de la Naval, que tiene también una escala limnimétrica (instalada al revés).
Verificación al ADCP de la precisión de los aforos (error de 1,8% entre aforos realizados en secciones transversales y oblicuas a +30° arriba).
- Filtraciones y fijación de las muestras a Guayaramerin

14 de noviembre : Guayaramerin - Puerto Arara - Muestreo del Madeira

- Muestreo a Puerto Arara sobre el río Madeira, a 30 km abajo de su formación, donde las aguas del Beni y del Mamore son mezcladas. Este punto integra toda la cuenca amazónica boliviana. Gracias a la intervención de un Cdt de la Naval de Guayaramerin, respecto a las preguntas de J. ESPINOZA sobre los accesos a Villa Bella y más abajo, hemos podido llegar a Puerto Arara en avioneta particular (manejada por Jorge FINANZOLA).
- Filtraciones y fijación de las muestras a Riberalta.
- Salida a La Paz del Sr POUYAUD y del Cap. ESPINOZA.

15 de noviembre : Guayaramerin - Rurrenabaque

16 de noviembre : Rurrenabaque - Caranavi

Las lluvias de esos últimos días han deteriorado la pista, especialmente entre Santa Rosa y Reyes.

17 de noviembre : Caranavi - La Paz / Aforos de los ríos Mapiri y Challana

- Salida a La Paz del equipo 'geoquímica'.
- PF, JPC y OF se quedaron en Guanay para terminar los aforos en los ríos de las sub-cuencas andinas del Alto-Beni. Las crecidas no permitieron hacer todos los aforos previstos, únicamente los de los ríos Challana y Mapiri.
- Salida a La Paz de las otras personas en el otro vehículo Orstom.

18 de noviembre : salida a La Paz del equipo 'Hidrología'

5 - CONCLUSIONES

Los objetivos programados en hidrología fueron realizados en los límites de utilización del material. La estación de lluvias empezó al fin de octubre, más temprano que la del año pasado, lo que no nos permitió realizar todos los aforos previstos en las sub-cuencas del Alto Beni y del Mamore.

El transporte de Puerto Villaroel a Trinidad en cisterna se desarrolló bien pero no se podrá utilizar para las próximas misiones por razones evidentes de cronograma y de comodidad de trabajo. La cuenca del río Mamore es únicamente practicable por río y no por carretera, lo que nos obliga a conseguir una embarcación adaptada a ese tipo de río, para controlar toda la hidrología del Mamore, de Puerto Villaroel hasta Guayaramerin.

Por otra parte, parece indispensable instalar una estación para controlar el Alto Beni y si posible, sus tributarios andinos (Coroico, Challana, Mapiri, Kaka).

Los aforos realizados con el ADCP permitieron :

- confirmar la precisión óptima del aparato utilizado en buenas secciones (de 0,5 a 2%), y
- de identificar la presencia de fondos móviles (bancos de arena), especialmente sobre el Madre de Dios, es decir de probar los límites del ADCP.

En lo que concierne a la parte geoquímica del estudio, se puede marcar 2 puntos positivos :

- la muestra de aguas termales vertiéndose en el río Beni al pie del piemonte andino ; el análisis de esas aguas nos permitirá de explicar algunas anomalías metálicas
- la muestra del río Madera, 30 km abajo de su formación, uno de los 4 tributarios andinos del río Amazonas ; ese punto representa el punto de integración espacial de toda la cuenca amazónica boliviana.

Hecho en La Paz, el 20 mayo de 1996

Laurence MAURICE BOURGOIN

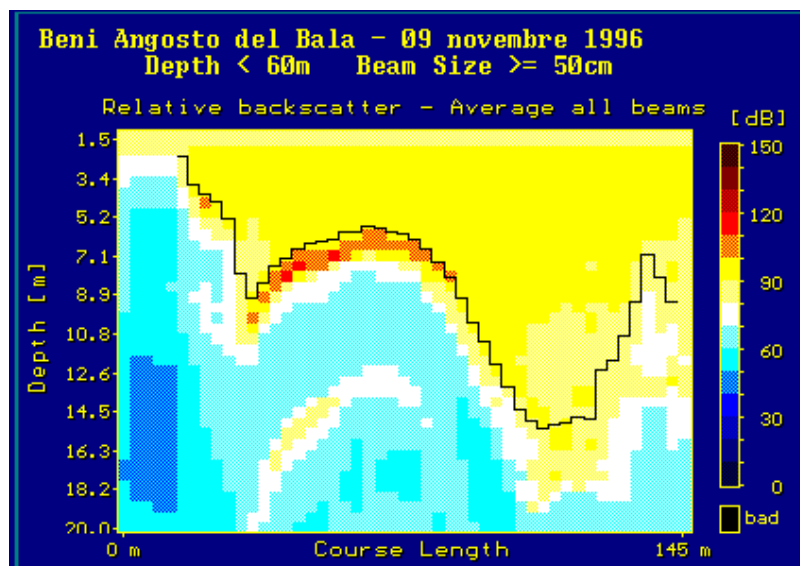
MISSION BENI V - NOVEMBRE 1996

RESULTATS DES JAUGEAGES REALISES A L'ADCP

Rio Béni à Angosto del Bala - 09 novembre 1996

$Q = 1310 \text{ m}^3 \text{ s}^{-1} \pm 1,5\%$

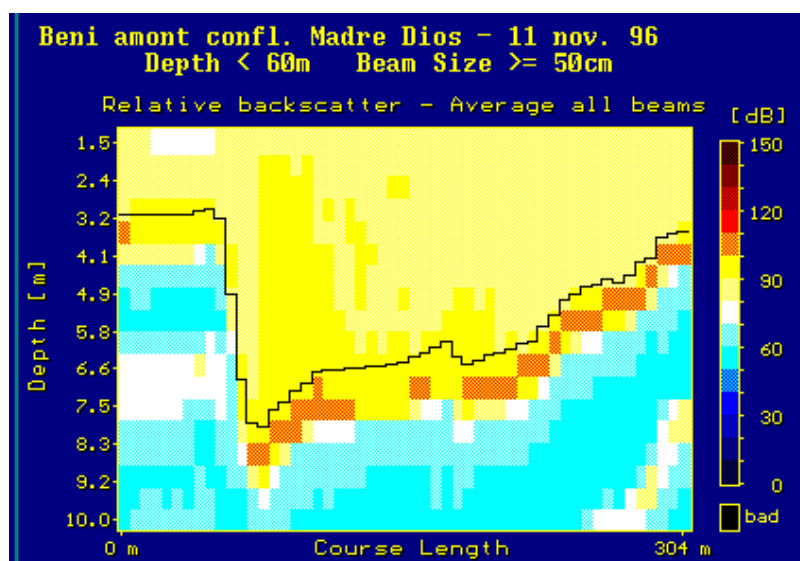
$L = 132 \text{ m}$ Héchelle = 339 cm



Rio Béni 1 km en amont de sa confluence avec le Madre de Dios - 11 nov. 1996

$Q = 1810 \text{ m}^3 \text{ s}^{-1} \pm 0,7\%$

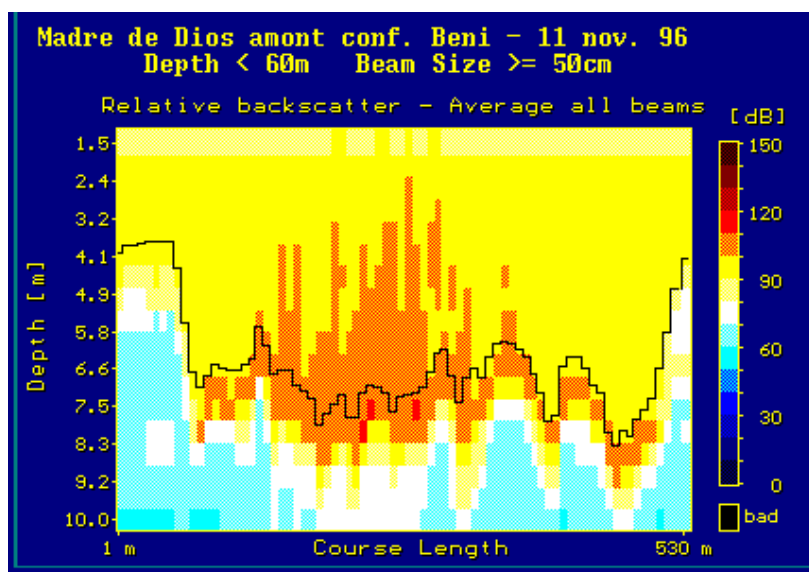
$L = 206 \text{ m}$



Rio Madre de Dios, 2 km en amont de sa confluence avec le Béni - 11 nov. 1996

$Q = 4459 \text{ m}^3 \text{ s}^{-1} \pm 8,3\%$

$L = 516 \text{ m}$



Rio Orthon, à 2 km en amont de sa confluence avec le Béni - 12 novembre 1996

$Q = 146 \text{ m}^3 \text{ s}^{-1} \pm 1,0\%$

$L = 104 \text{ m}$

Rio Mamoré à Guayaramerin - 13 novembre 1996

$Q = 3729 \text{ m}^3 \text{ s}^{-1} \pm 0,7\%$

$L = 856 \text{ m}$

