

HiBAm - Bolivie : Hidrologia da Bacia Amazonica

COMPTE-RENDU DE MISSION 'HyBAm Bolivie – BENI Février 2001'

**DU 14 AU 24 FEVRIER 2001
IRD - BOLIVIE**

Laurence MAURICE BOURGOIN

**CAMPAGNE D'ECHANTILLONNAGE D'EAU ET DE SEDIMENTS
DANS LES PRINCIPAUX TRIBUTAIRES DU RIO BENI
En collaboration avec :
L'Institut de Physique du Globe de Paris et
l'Université de Washington**



**INSTITUT DE RECHERCHE
POUR LE
DEVELOPPEMENT**



UMSA - IIQ

SENAMHI

**SERVICIO
HIDROGRAFICO
DE LA NAVALE**

DESTINATAIRES

IRD

- ✓ **J.L. GUYOT**, Responsable Programme HiBAm, UMR LMTG, Toulouse
- ✓ **P. SEYLER**, Programme HiBAm, IRD Brasilia, Brésil
- ✓ **M. ROULET**, Programme HiBAm, IRD-Bolivie
- ✓ **P. FRAIZY**, Programme HiBAm, IRD-Bolivie
- ✓ **L. BOURREL**, Programme HiBAm, IRD-Bolivie
- ✓ **J.P. CARMOUZE**, Représentant de l'IRD en Bolivie

AUTRES

- ✓ **J. GAILLARDET**, Géochimiste, Lab. De Géochimie et Cosmochimie, IPGP, Paris
- ✓ **F. METIVIER**, Géomorphologue, IPGP, Paris
- ✓ **R. AALTO**, Géomorphologue, Univ. of Washington, Seattle

Version en espagnol distribuée à :

- ✓ **J. CORTES**, Responsable Service Hydrologie, SENAMHI, La Paz
- ✓ **P. MUNOZ y L.M. CARRASCO**, Responsables Service Hydrologie Navale, La Paz
- ✓ **J. QUINTANILLA**, Responsable Laboratoire d'Hydrochimie, UMSA-IIQ, La Paz

1 - PARTICIPANTS

1^{ère} phase : du 14 au 24 février : Amazonie bolivienne

- ✓ **R. AALTO**, PhD student, Univ. Washington, Seattle.
- ✓ **A. DOSSETO**, Doctorant Géochimiste, Lab. De Géochimie et Cosmochimie, IPGP, Paris
- ✓ **P. FRAIZY**, Programme HyBAm, IRD à La Paz, Bolivie.
- ✓ **O. FUERTES**, Technicien, SENAMHI La Paz, Bolivie.
- ✓ **J. GAILLARDET**, Géochimiste, Lab. De Géochimie et Cosmochimie, IPGP, Paris
- ✓ **J.L. GUYOT**, Coordinateur Programme HyBAm, UMR LMTG, Toulouse
- ✓ **L. MAURICE BOURGOIN**, Responsable Programme HyBAm en Bolivie
- ✓ **F. METIVIER**, Géomorphologue, IPGP, Paris

- ✓ **C. SALINAS y A. CASTILLO**, chauffeurs, IRD La Paz, Bolivie.

2^{ème} phase : du 25 février au 4 mars : Amazonie brésilienne

- ✓ **A. DOSSETO**, Doctorant Géochimiste, Lab. De Géochimie et Cosmochimie, IPGP, Paris
 - ✓ **J.L. GUYOT**, Coordinateur Programme HyBAm, UMR LMTG, Toulouse
 - ✓ **N. FILIZOLA**, Doctorant hydrosédimentologue, Programme HyBAm, UMR LMTG, Toulouse
- et d'autres partenaires Brésiliens.

2 - OBJECTIFS DE LA MISSION ET METHODOLOGIES

Cette mission, réalisée en Bolivie dans le cadre du programme HyBAm, s'est déroulée en collaboration avec trois chercheurs de l'IPGP, deux géochimistes et un géomorphologue, et un chercheur de l'Université de Washington, spécialisé également en géomorphologie des grands fleuves.

La mission a été organisée par l'IRD, sous financement IRD, CNRS et NSF.

Cette mission réalisée en hautes eaux faisait suite à la précédente réalisée en février 2000 dans les sous-bassins du Beni (cf. CR de mission correspondant).

Cette mission avait deux volets principaux :

- Un volet géochimie, consistant à prélever des échantillons d'eau et de sédiments aux stations suivantes:

Têtes de bassins andins :

- **Río Coroico** à Sta Rita de Buenos Aires
- **Río Challana** à Guanay
- **Río Mapiri** à Angosto Quercano
- **Río Tipuani** à Guanay
- **Río Kaka** à Teoponte
- **Río Alto Beni**
- **Río Quendeque**
- **Río Chepete**
- **Río Suapi**
- **Río Tuichi**
- **Río Quiquibey**
-

Piémont andin :

- **Río Beni à Rurrenabaque** (Angosto del bala)

Plaine amazonienne

- **Río Beni** à Riberalta
- **Río Madre de Dios** à Riberalta
- **Río Mamoré** à Guayaramerín
- **Río Yata**
- **Río Orthon** près de sa confluence

- Un volet hydrologie – sédimentologie – géomorphologie qui a consisté à effectuer conjointement (dans la mesure du possible) des mesures de débits aux stations prélevées, des profils verticaux de T, Conductivité et Turbidité ainsi que des mesures de transport de fond et de sédiments de surface.

Les objectifs des chercheurs de l'IRD consistaient en l'étude des apports en hautes eaux issus des bassins andins des sédiments et des éléments majeurs et métalliques afin de compléter les résultats des campagnes précédentes essentiellement réalisées en basses eaux. En ce qui concerne les éléments métalliques, nous nous intéressons particulièrement à l'étude du mercure dans l'hydrosystème du Béni (sources, transport, dépôt et spéciation) ainsi qu'aux sources andines en certains traceurs des séries du tertiaire (black shales) qui pourraient être entre autres, à l'origine d'un relargage de mercure. Pour ce faire nous avons réalisé des échantillons d'eau et de sédiments de surface. Les échantillons d'eau ont été filtrés selon des protocoles "ultra – propre" afin de limiter tout risque de contamination auquel sont sensibles certains éléments trace tels que le Hg, Pb, Zn et Cu.

Les objectifs des chercheurs de l'IPGP étaient de 2 ordres. Pour le volet géochimie, Jérôme Gaillardet est intéressé par l'étude des processus d'érosion – altération dans les grands bassins fluviaux. Une partie de leur méthodologie consiste à mesurer plus spécifiquement les isotopes des séries de décroissance de l'Uranium. Grâce aux mesures des isotopes courtes périodes ^{234}U - ^{230}Th - ^{226}Ra dans la phase dissoute aussi bien que dans les sables et les particules en suspension, ils pourront quantifier les constantes de temps caractéristiques de l'érosion chimique et physique des continents (sur des temps de 0 à 1 millions d'années). L'analyse du ^{10}Be est également prévue dans les quartz des sédiments déposés sur les berges des rivières échantillonnées afin de déterminer des taux d'érosion moyen. Les majeurs et les trace seront également analysés sur les phases dissoute et particulaire

(respectivement à l'IPGP et à Toulouse, chez Dupré). Les principales questions auxquelles ils souhaitent apporter des éléments de réponse sont : Quel temps moyen les sédiments arrachés dans les Andes séjournent-ils dans la plaine et combien de temps faut-il pour que les produits andins atteignent l'Océan Atlantique ? A quelle vitesse un bassin comme celui de l'Amazone répondra à des sollicitations d'ordre climatique ou tectonique ? Pour ce faire, ils ont prélevé les sables de fond, les matières en suspension et la phase dissoute dans chacune des rivières étudiées depuis les Andes jusqu'à l'Amazone et ses principaux tributaires. Le second volet, traité par François Métivier, s'intéressait plus à la géomorphologie des rivières andines, et particulièrement à leur structure « en tresse ». Des estimations de vitesses de transport de fond ont été réalisées dans certaines rivières ainsi que des calculs de pente.

L'objectif scientifique principal du chercheur de l'Univ. de Washington, Rolf Aalto, était l'étude des taux d'érosion et de sédimentation des principaux tributaires du rio Madeira avec estimation du « sediment budget » pour les rios Beni, Mamore et Madre de Dios. Il souhaite estimer la part de sédiments déposés dans chaque plaine, ainsi que les sites principaux de dépôt, et le rôle des « oxbow lakes » dans ce processus. Ils ont développé un modèle quantitatif à méso-échelle de transport de sédiments dans le chenal principal et la plaine d'inondation de rivières non anthropisées qu'il souhaiterait appliquer au cas des rios Beni, Mamore et Madre de Dios. Des mesures d'altimétrie ont été réalisées en chaque point de prélèvement. Des eaux de pluie et des suspensions du rio Béni à Rurrenabaque ont été collectées en vue de l'analyse de leur granulométrie et de leur teneur en ^{210}Pb afin de compléter les interprétations de notre campagne d'échantillonnages de sédiments dans la plaine d'inondation du Béni (cf. CR de mission – sept. 1999).

3 - DEROULEMENT DE LA MISSION (PHASE 1 - BOLIVIE)

13 février : Arrivée du « Gringo » et des « Froggies » !

- Réunion à l'UMSA-IHH : Préparation de la mission : définition des objectifs et des méthodologies prévues. Mise en évidence des besoins – Organisation de la mission.

14 février : La Paz – Guanay

- Prélèvements d'eau et de sédiments (par Jérôme G.) des rios Santa Elena et Yara
- Prélèvements d'eau et de sédiments, et jaugeage au câble à la station de Santa Rita de Buenos Aires sur le Rio Coroico.
- Filtrations et stabilisation des échantillons à Guanay

15 février : Guanay

- Prélèvements d'eau et de sédiments des rios Tipuani, Challana, Kaka et Mapiri
- Jaugeages classiques des rios Tipuani, Challana et Mapiri
- Filtrations et stabilisation des échantillons à Guanay

La dernière crue de janvier 2001 (à partir du 12) a laissé de nombreux dégâts. Une telle crue n'était pas arrivée sur le Challana depuis 25 ans ; la période de retour de cette crue sur le rio Beni à Rurrenabaque est de : ? .

16 février : Guanay - Rurrenabaque

- Descente de l'équipe 'géochimie' en pirogue de Guanay à Rurrenabaque (11 heures avec environ 3 heures d'arrêt pour les mesures)
- Prélèvements d'eau et de sédiments et relevés altimétriques des rios Alto Beni, Quendeque, Chepete, et Suapi (eaux rouge-ocre).
- Guanay – Rurre. par la route de l'équipe 'hydrologie' après récupération de l'ADCP WorkHorse à Caranavi.

17 février : Rurrenabaque

- Filtrations des échantillons de la veille

- Récupération des eaux de pluie collectées depuis le 15 décembre 2000 dans le jardin de la Capitainerie (Navale à Rurre) dans des collecteurs en plastique muni d'un entonnoir en plastique et d'un filtre. Pas de végétation au-dessus des collecteurs mais forte production phytoplanctonique dans 2 collecteurs sur 3 ; donc, prélèvement d'eau de pluie pour analyse du Hg et des trace dans le collecteur non eutrophisé (pH = 5,85). Le ^{210}Pb sera analysé dans ces eaux aussi par le laboratoire de Rolf A.
- Prélèvements de matières en suspension à la surface du rio Béni pour analyses du ^{210}Pb (récupérées après décantation de 200 L d'eau).
- Préparation du support du nouveau ADCP

18 février : Rurrenabaque

- Prélèvements d'eau et de sédiments dans les rios Quiquibey (eaux très rouge), Tuichi et Beni, tous les deux très chargés en suspensions.
- Jaugeages du rio Béni et prélèvements d'eau sur une verticale à 1, 3, 5 et 7 m. de profondeur dans le rio Béni entre Rurrenabaque et San Buenaventura pour l'analyse des MES (section relativement homogène sur la verticale en période de crue).
- Pas de prélèvement d'eau de la source thermale (en amont d'Angosto del Bala) car le niveau du rio Béni était trop haut.

19 février : essai de retour sur La Paz

- Départ de Rurrenabaque après demande d'autorisation de circuler sur la piste en saison des pluies. Seulement un glissement de terrain à 20 km de Yucumo nous empêche de poursuivre notre route ; pas de possibilité de réparation de la piste avant 1 voire 2 jours.
- Jaugeage des rios Beni, Tuichi et Quiquibey à l'ADCP (JLG et PF) mais pb de perte du signal probablement dû au transport sédimentaire très important.

20 février : Rurrenabaque – Riberalta pour l'équipe 'géochimie'

- La route étant coupée à la fois vers le nord ('bloqueo de campesinos') et vers La Paz, nous décidons de poursuivre la mission et de nous rendre à Riberalta en avion. Une nouvelle compagnie vient d'ouvrir des vols sur l'Amazonie ('Amaszonas'). Participent au voyage : RA, TD, JG, FM, et moi.
- JLoup et Pascal décident de jaugeer le rio Beni, en montée de crue, au moulinet. Les conditions de travail sont difficiles et ne peuvent réaliser que 3 verticales mais le rio a déjà quitté le lit majeur.

21 février : Riberalta

- Prélèvements d'eau et de sédiments et relevés altimétriques des rios Beni (à environ 3 km en amont de la confluence avec le MDD), Madre de Dios et Orthon.
- Arrivée de JLoup sans Pascal F. qui n'ayant pu prendre l'avion avec l'équipement est rentré sur La Paz
- Filtrations et stabilisations des échantillons de Jérôme. Les miens, faute d'avoir pu faire voyager mon matériel jusqu'à Riberalta, sont congelés jusqu'à leur filtration à La Paz.

22 février : Riberalta - Guayaramerin

- Trajet fait en pick-up (d'époque ... laquelle ?) sous la pluie et la poussière
- Prélèvement d'eau et de sédiment sur le rio Yata et relevé altimétrique.
- Récupération des lectures de hauteurs d'eau au SEMENA de Riberalta. Ont enregistré une crue le 1^{er} février 2001 du même niveau que le maximum enregistré sur 40 ans.

23 février : Guayaramerin

- Prélèvement d'eau et de sédiments sur le rio Mamore en amont de Guayaramerin
- Annulation du vol Guayaramerin – La Paz !

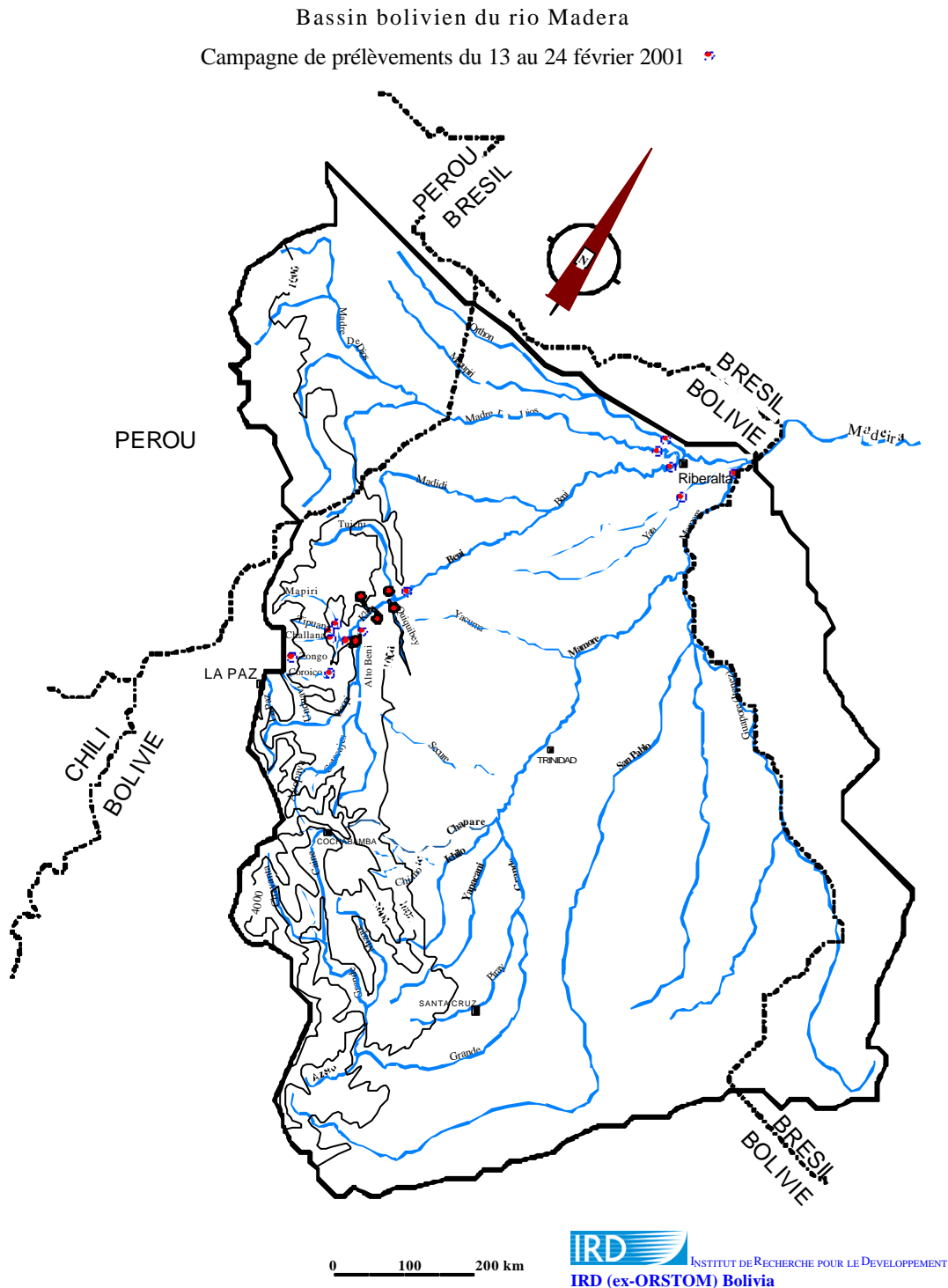
24 février : Guayaramerin – Porto Velho

- Départ de AD, FM, JLG, et JG pour Porto Velho pour la suite de la mission sur l'Amazone et ses principaux tributaires.
- Retour de RA et LMB à La Paz

Du 6 au 16 mars : suite du volet hydrologie en Bolivie (par PF)

- jaugeages des rios Beni, Orthon et Madre de Dios à Riberalta
- jaugeages du rio Mamore à Guayaramerin

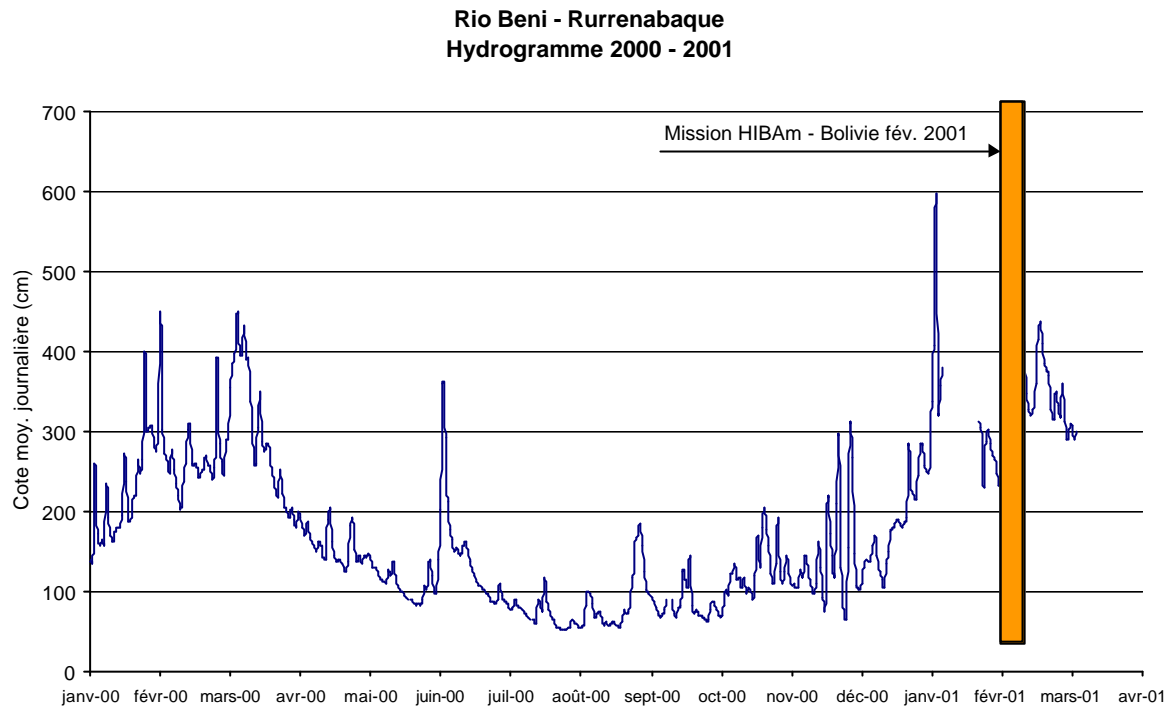
Figure 3.1. Localisation des points de prélèvements de la campagne HIBAM-Bolivie – Février 2001.



4 - PREMIERS RESULTATS

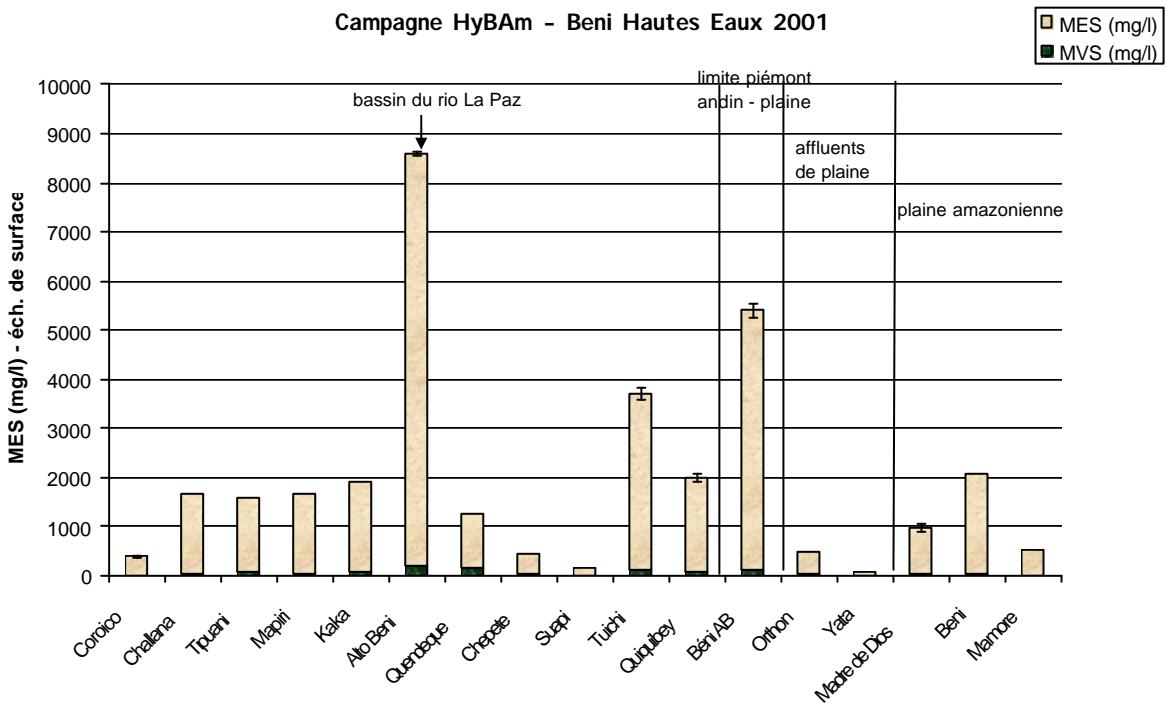
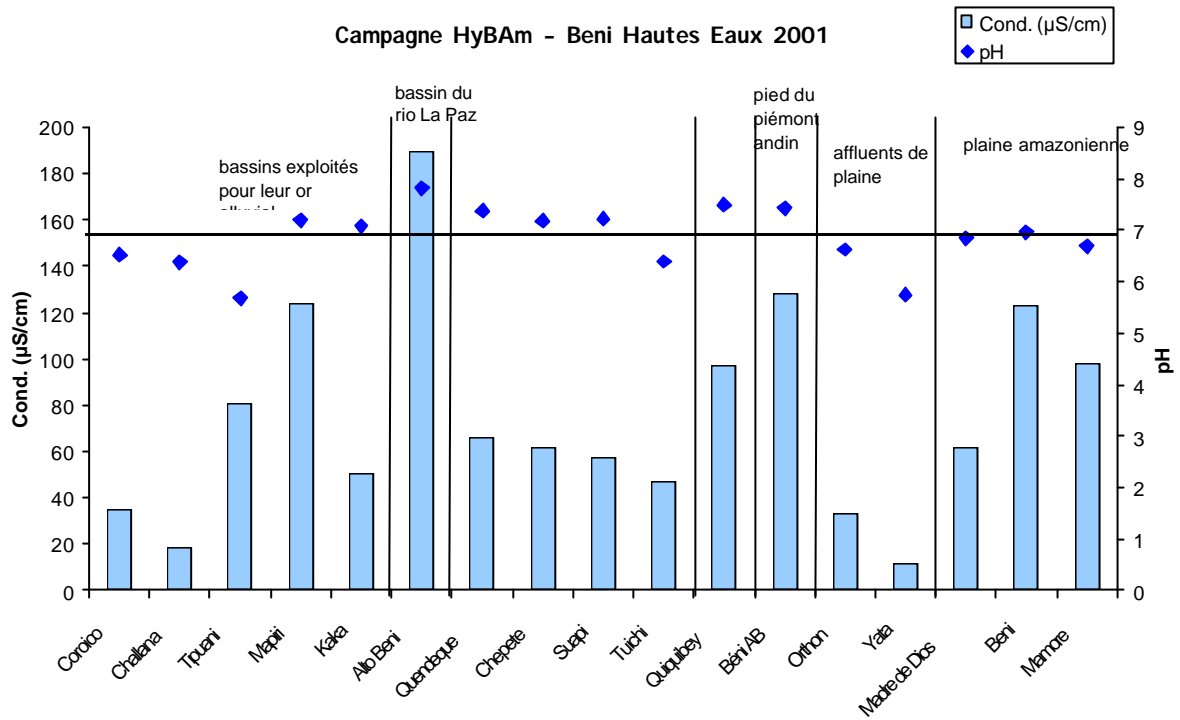
Cette mission BENI 2001 a permis d'échantillonner les principales sources andines Boliviennes en hautes eaux, en montée de crue (fig. 4.1), ainsi que les principaux tributaires de l'Amazone.

Figure 4.1. Localisation de la campagne de prélèvements sur les hydrogrammes de crue du Rio Beni à Rurrenabaque (2000 – 2001).



Les eaux de surface échantillonnées présentent des pH relativement variés, neutres pour la plupart à acides (Tipuani et Yata) ; dans les affluents de plaine très fortement chargés en matière organique, tels que le Yata (fig. 4.2), les eaux sont rendues acides par la présence d'acides humiques et fulviques.

Figure 4.2. Distribution longitudinale du pH, de la conductivité et des matières en suspension prélevées dans des échantillons d'eau de surface. Campagne HYBAM-Bolivie 2001.



Mission HyBAm-Bolivie - Beni - Hautes Eaux - Fevrier 2001
Collaboration IPGP et Univ. Washington

Code LMB	Rio	Lieu	Longitude W	Latitude S	Alt. (m)	Date	Heure	Débit (m3/s)	Temp (°C)	Cond (µS/cm)	pH terrain
P-NEIG38	Neige du	Station de Huayna Potosi	68°07'	16°16'	5150	08-mars-01	11:00			2,82	8,16
P-GLA38	Eau de fonte	référence NGT Glacier du Huayna Potosi			4900	15-mars-01	10:00	0,13	-0,4	38,5	
P-COR38	Coroico	Santa Rita de Buenos Aires	67° 40' 59,8"	15° 42' 26,7"	1250	14-févr-01	17:30	458	22,6	35,2	6,52
P-CHA38	Challana	Guanay (au pont)	67°32'20,3"	14°29'43,5"	500	15-févr-01	11:15	519,5	20,2	18,2	6,38
P-TIP38	Tipuani	Guanay (au pont)	67°53'13,2"	15°30'10,8"	500	15-févr-01	10:00	240	20,4	80,73	5,69
P-MAP38	Mapiri	Angosto Quercano	68°00'19,0"	15°23'53,0"	500	15-févr-01	16:30	1170	22,1	124,3	7,2
P-KAK38	Kaka	Teoponte	67°49'39,2"	15°29'10,9"	480	15-févr-01	12:45	2301	21,5	50,3	7,09
P-ALTB38	Alto Beni	amont confl. Beni	67°40,30'	15°07,40'		16-févr-01	12:00		22,9	190	7,82
P-QUEN38	Quendeque	amont confl. Beni	67°44,75'	15°01,30'		16-févr-01	13:30		24,2	66,2	7,38
P-PEC38	Chepete	amont confl. Beni	67°41,80'	14°55,30'		16-févr-01	15:00		26,7	61,8	7,19
P-SUA38	Suapi	amont confl. Beni	67°36,95'	14°51,4'		16-févr-01	16:00		27,4	57,6	7,22
P-TUI38	Tuichi		67°31,39'	14°38,60'		18-févr-01	12:00		23,1	47,4	6,4
P-QUI38	Quiquibey		67°31,37'	14°38,60'		18-févr-01	10:45		24,8	97,4	7,5
P-BEN38	Béni AB	Angosto Bala	67° 29' 49,1"	14° 26' 59,4"	280	18-févr-01	13:00	7635	23,3	127,9	7,43
P-ORT38	Orthon	3 km env.	66°03,27'	10°49,11'		21-févr-01	12:30	250	27,8	32,9	6,63
P-YAT38	Yata	Amont boca en amont de la traversée des bacs	65°35'00,2"	10°58'44,8"		22-févr-01	17:00		27,6	11,18	5,75
P-MDD38	Madre de Dios	amont confl. Beni	66°05,86'	10°57,48'		21-févr-01	09:00	10460	25,7	61,5	6,85
P-BERI38	Beni	up à Riberalta (3 km en amont de la boca)	66°06,47'	11°01,71'		21-févr-01	11:00	3940	25,9	123,4	6,97
P-MAM38	Mamore	Guayaramerin (SEMENA)	65°18'58,6"	10°59'25,8"		23-févr-01	09:30	Cotes encore non com.	27,8	97,8	6,7

ECH. DE SURFACE						ECH. INTEGRE SUR LA PROF.		
MES surface	Ecart-type	m.o.p.	m.o.p.	Ecart-type	MES	MES intégré	m.o.p.	m.o.p.
(mg/l)	MES (%)	(mg/l)	% MES	(mg/l)		(mg/l)	(mg/l)	% MES
P-COR38	386,67	5,61	6,50	1,68	21,68			
P-CHA38	1610,34		60,00	3,73				
P-TIP38	1518,89		63,33	4,17				
P-MAP38	1620,65		37,50	2,31				
P-KAK38	1836,87		61,62	3,35				
P-ALTB38	8399,30	0,58	195,55	2,33	48,50			
P-QUEN38	1111,29		157,53	14,18				
P-PEC38	415,77		40,54	9,75				
P-SUA38	141,00		16,95	12,02				
P-TUI38	3590,19	3,34	134,97	3,76	119,94			
P-QUI38	1895,18	4,26	79,02	4,17	80,82			
P-BEN38	5265,38	2,74	141,05	2,68	144,06			
P-ORT38	460,00		38,33	8,33		291,75	92,78	31,80
P-YAT38	55,74		14,86	26,67				
P-MDD38	950,04	7,91	23,05	2,43	75,19	1027,44	55,49	5,40
P-BERI38	2036,25		40,00	1,96		3153,47	84,72	2,69
P-MAM38	506,87		12,45	2,46		583,94	44,04	7,54

Madre de Dios

807,63

51,69

6,40 Ecart-type MES

Beni à Rurre. Sur 1 verticale, le 18 février 01**(mg/l)**

-1 m	3592,20	6,28	81,01	2,26	225,52
- 3 m	3850,93	6,27	64,77	1,68	241,27
- 5 m	4039,17	1,03	104,88	2,60	41,68
- 7 m	3772,99	1,27	100,11	2,65	47,84

5 - CONCLUSIONS ET PERSPECTIVES

Malgré les adaptations de notre programme aux aléas climatiques et boliviens, et ces derniers ont été nombreux (!), nous avons pu répondre à la majeure partie de nos objectifs et réaliser, pour le volet géochimie, les prélèvements souhaités.

Malheureusement, en aval, les jaugeages n'ont pu être réalisés les mêmes jours que ceux des prélèvements d'eau et de sédiments mais l'ont été deux semaines plus tard, alors que les niveaux d'eau continuaient de monter. Des corrections ont été faites à chacune des stations munies d'une échelle (Beni et Madre de Dios à Riberalta et Mamore à Guayaramerin) afin d'estimer le débit au plus juste le jour de nos prélèvements.

Vous trouverez en annexes 1, 2 et 3, les résultats des jaugeages faits selon la méthode classique et à l'ADCP.

Des discussions avec Jérôme Gaillardet principalement, nous avons suggéré plusieurs axes nouveaux de coopération entre notre UR et leur labo., comme :

- L'analyse de l'osmium pour identifier des bassins riches en 'black shales'. En effet, ces roches sont connues pour être à l'origine d'anomalies dans les eaux de surface en Hg, Zn et As principalement. En raison de leur contenu en pyrites, ces schistes favorisent, en conditions acides, les processus d'oxydation et de lessivage chimique qui peuvent alors solubiliser certains métaux.
- L'analyse des éléments majeurs sur les fractions dissoute et particulaire de nos échantillons de surface (suivi mensuel des rios Coroico et Beni) au Labo. de Géochimie et Cosmogénie (IPGP)
- L'analyse en parallèle des trace par le LMTG (Dupré à Toulouse) sur chacun de nos échantillons filtrés selon des protocoles différents (à 0.2 µm et sans condition particulière de nettoyage, juste un rinçage prolongé, et sous conditions 'ultra-propres' pour nous).
- L'analyse du ¹⁰Be sur les échantillons de cette campagne, par Friedel dont le labo. Est à Berne (et l'accélérateur à Zurich). Nous pouvons le contacter pour l'analyse de nos échantillons dans toute l'Amazonie.

Dans l'attente de vos remarques et commentaires,
Bien à vous,

Fait à La Paz, le 19 mars 2001

Laurence MAURICE BOURGOIN

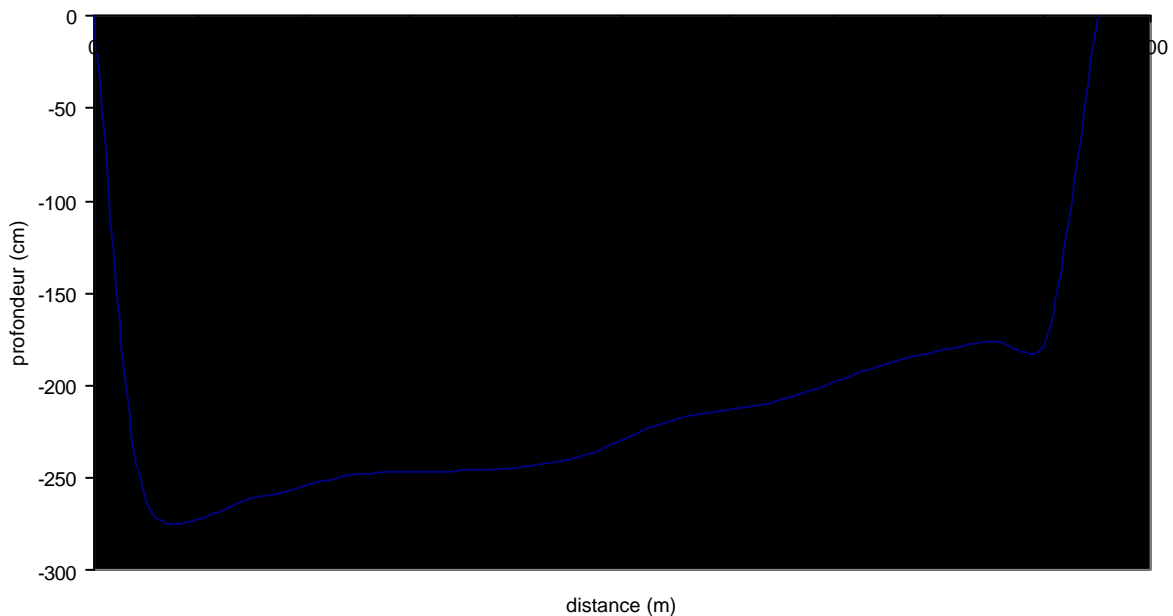
ANNEXE 1

RESULTATS DES JAUGEAGES CLASSIQUES

JAUGEAGE DU RIO COROICO à Santa Rita de Buenos Aires

Date	14/02/01	Distance rive	Prof. Totale
Heure début	16:10	0	0
Heure fin	17:00	5	-263
Hauteur début	186	15	-261
Hauteur fin	183	25	-248
Temps fixe (s)	30	35	-246
		45	-240
		55	-218
		65	-208
Hélice	SIAP 1-15229	75	-188
Saumon	70 kg	85	-176
		90	-177
Débit (m3/s)	371,5	95	0
Surface (m2)	206,3		
Largeur (m)	95		
Périm.mouillé (m)	96,11		
Vms (m/s)	1,236		
V.moyenne(m/s)	1,8		
Rh (m)	2,147		
U / Vms	1,456		
Prof moy. (cm)	217		
Prof. Max (cm)	273		

Section en travers du Coroico
14 fév. 2001



JAUGEAGE DU RIO MAPIRI à Angosto Quercano

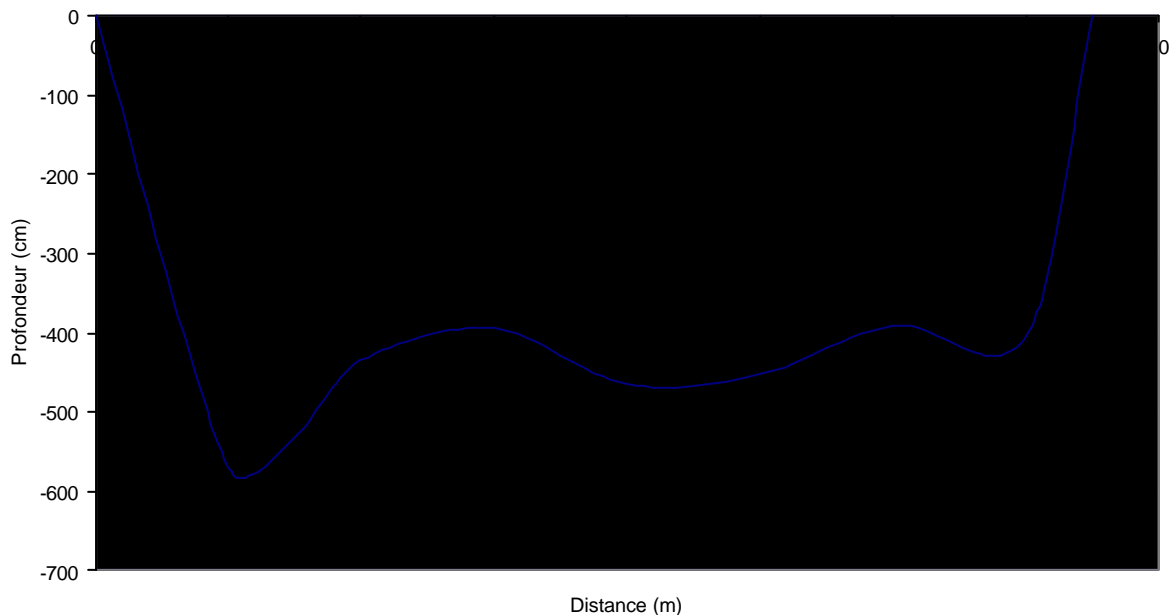
Date	15/02/01	Distance rive	Profondeur
Heure début	11:30	0	0
Heure fin	12:30	10	-570
Hauteur début	425	15	-532
Hauteur fin	437	20	-435
Temps fixe (s)	30	30	-395
		40	-465
		50	-453
		60	-391
		70	-405
Hélice	Gurley 622	70	-405
Saumon	50 kg	75	0

Débit (m3/s) **1116** + 5% environ ; surestimer le Q car prélèvements faits à 15 h au cours de la montée de crue

Surface (m2)	307,7
Largeur (m)	75
Périm.mouillé (m)	78,46
Vms (m/s)	2,683
V.moyenne (m/s)	3,922
U / Vms	1,351
Prof moy. (cm)	410
Prof. Max (cm)	570

Obs : présence de nombreux remous en rive droite (=> pas de verticale entre 0 et 10 m. prof. max.)

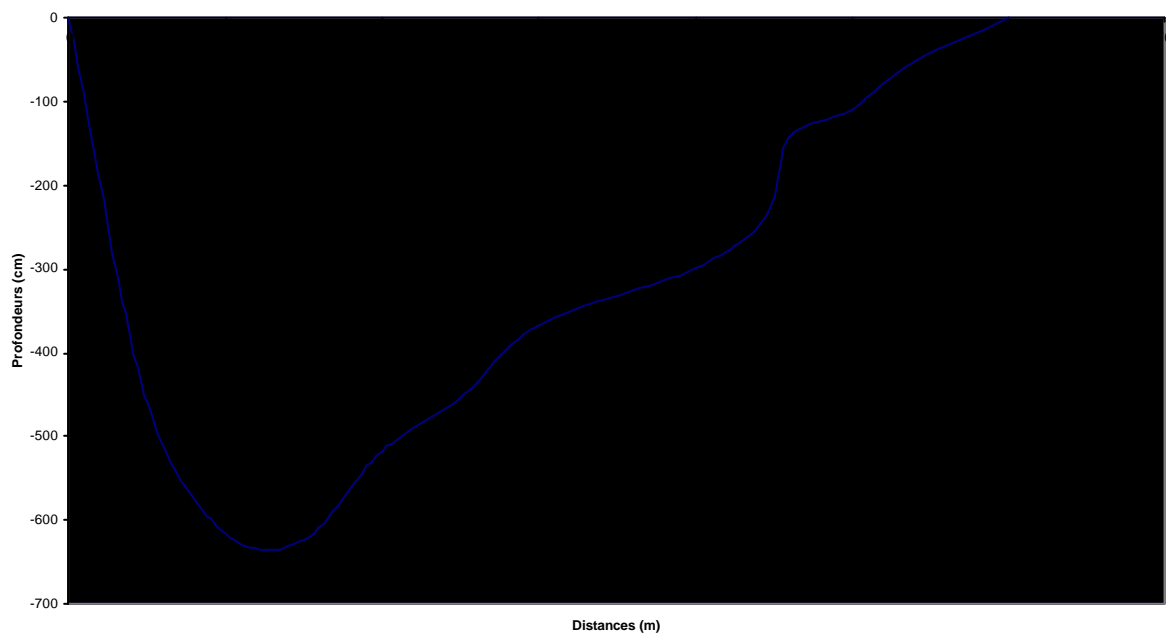
Profil en travers du Mapiri
15 fév. 2001



JAUGEAGE DU CHALLANA (au pont)

Date	15/02/01	Distance rive	Profondeur
Heure début	16:10	0	0
Heure fin	17:30	5	-461
Hauteur début		10	-616
Hauteur fin		15	-624
Temps fixe (s)	30	20	-518
		25	-455
		30	-368
		40	-299
		44,5	-237
Hélice	OTT 1-128030	46	-143
Saumon	50 kg	50	-109
Débit (m3/s)	519,5	54	-52
Surface (m2)	202,9	60	0
Largeur (m)	60		
Périm.mouillé (m)	62,8		
Vms (m/s)	1,117		
V.moyenne (m/s)	2,561		
U / Vms	2,292		
Prof moy. (cm)			
Prof. Max (cm)	624		

Profil en travers du Challana au pont
15 fév. 2001

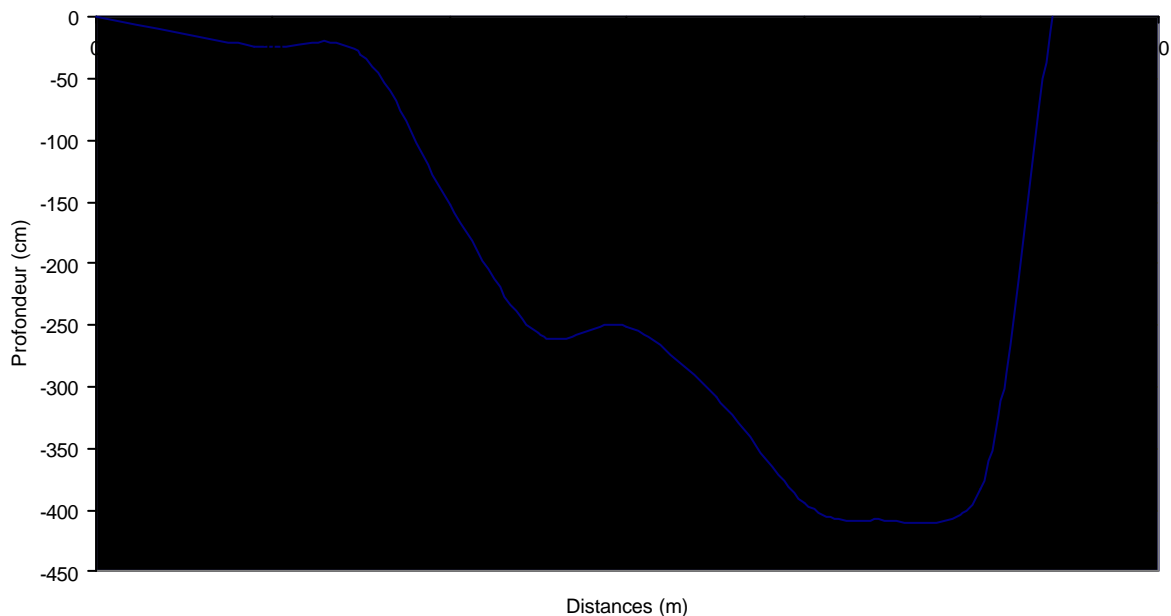


JAUGEAGE DU TIPUANI (au pont)

Date	15/02/01	Distance rive	Profondeur
Heure début	18:00	0	0
Heure fin	18:45	9	-24
Hauteur début		15	-30
Hauteur fin		20	-152
Temps fixe (s)	30	25	-257
		30	-251
		35	-308
		40	-394
		44	-408
Hélice	OTT 1- 128030		
Saumon	50 kg	50	-383
		54	0
Débit (m3/s)	240		
Surface (m2)	107,8		
Largeur (m)	54		
Périm.mouillé (m)	55,66		
Vms (m/s)	1,141		
V.moyenne (m/s)	2,225		
U / Vms	1,951		
Prof moy. (cm)	200		
Prof. Max (cm)	408		

Remarque: du fait des remous en rive gauche, le débit mesuré doit être sous-estimé. La valeur vraie se rapproche plutôt de 260 m3/s

Profil en travers du Tipuani au pont
15 fév. 2001



**JAUGEAGE DU BENI à Rurrenabaque
(approx. 50m en amont de la PCD)**

Date	20/02/01
Heure début	12:00
Heure fin	12:45
Hauteur début	426
Hauteur fin	429
Temps fixe (s)	30

Hélice	Ott 1- 128030
Saumon	50 kg

Débit (m3/s)	8911 sous-estimé => plutôt 9300 m3/s
Surface (m2)	2863
Largeur (m)	422
Périm.mouillé (m)	423,6
Vms (m/s)	3,135
V.moyenne (m/s)	3,113
Rh	6,759
U / Vms	0,993
Prof moy. (cm)	678
Prof. Max (cm)	930

Remarque: Vu les conditions dans lesquelles se sont réalisées les mesures (3 points par verticale, 10 verticales, distances aux rives et profondeurs totales approximatives) ce jaugeage ne peut donner qu'un ordre de grandeur du débit véritable, vraisemblablement proche de 9500 m3/s.