

HiBAm - Bolivie : Hidrologia da Bacia Amazonica

COMPTE-RENDU DE MISSION

DU 6 AU 13 FEVRIER 2000

IRD - BOLIVIE

Pascal FRAIZY (RED/62)

Destinataires

- ✓ **L. MAURICE**, Programme HiBAm, IRD à La Paz, Bolivie.
- ✓ **J.L. GUYOT**, Programme HiBAm, IRD Brasilia, Brésil.
- ✓ **B. POUYAUD**, Représentant de la mission IRD à La Paz, Bolivie.

La version en espagnol est distribuée aux destinataires suivants :

- ✓ **Ing. Carlos DIAZ**, Director del SENAMHI, La Paz, Bolivia.
- ✓ **Ing. Jose CORTEZ**, SENAMHI, La Paz, Bolivia.

Participants:

- ✓ **L. ALANOCA**, Stagiaire, Programme HiBAm, IRD à La Paz, Bolivie.
- ✓ **Z. IBANEZ**, Technicien, SENAMHI La Paz, Bolivie.
- ✓ **P. FRAIZY**, Programme HiBAm, IRD à La Paz, Bolivie.
- ✓ **O. FUERTES**, Technicien, SENAMHI La Paz, Bolivie.
- ✓ **R. GALLAIRE**, Programme NGT, IRD à La Paz, Bolivie.
- ✓ **C. SALINAS**, chauffeur, IRD La Paz, Bolivie.

1- OBJECTIFS DE LA MISSION:

Esta misión debe permitirnos **estimar los flujos de metales pesados, y específicamente del mercurio, que salen de las cuencas andinas en época de lluvia**; los únicos datos que tenemos se sitúan en época seca (inicio y fin) y no nos permiten evaluar la importancia del proceso de erosión, especialmente al inicio de la época de lluvia, en la contaminación de los ríos de la cuenca amazónica. Hemos ya podido constatar que, en el río Beni a Rurrenabaque, las concentraciones más elevadas fueron medidas durante el mes de subida de crecida (febrero), debido a la erosión muy fuerte de los suelos de esta cuenca y al relargage de los metales pesados contenidos en esos suelos. Quisieramos comparar el impacto de las actividades auríferas en la contaminación de los ríos comparando ríos andinos explotados por su oro aluvial con otros ríos sin actividad minera.

Cette mission avait deux volets principaux :

- Un volet chimie, consistant à prélever des échantillons d'eau et de sédiments selon des protocoles "ultra – propre" aux stations suivantes:
 - **Río Beni à Rurrenabaque** (Angosto del bala)
 - **Río Tuichi**
 - **Río Quiquibey**
 - **Río Challana** à Guanay
 - **Río Mapiri** à Angosto Quercano
 - **Río Tipuani** à Guanay
 - **Río Kaka** à Teoponte
 - **Río Coroico** à Sta Rita de Buenos Aires
- Effectuer conjointement des mesures de débits aux stations prélevées.

2- DEROULEMENT DE LA MISSION:

Le **6/02/2000**, un éboulement à quelques kilomètres après le village de Quiquibey en direction de Rurrenabaque nous a obligés à camper sur place. Je m'aperçois avoir oublié une partie du budget de la mission à La Paz.

Nous repartirons le lendemain pour arriver à Rurrenabaque à 14:00.

Le reste de l'après-midi du **7/02/2000** est consacré dans un premier temps, au montage du zodiac et de l'ADCP, à la fabrication d'une potence pour le treuil de jaugeage, à demander l'envoi de l'argent manquant, à l'achat d'essence et à trouver une pirogue pour la journée du lendemain (celle-ci nous sera louée et pilotée par Marcos DIEGUEZ pour 220 Bs/jour, essence non comprise).

Un prélèvement d'eau et de sédiments est effectué à 17:41 un peu en amont de Rurrenabaque

Jaugeages à l'ADCP au niveau de la station jusqu'à 19:00 où nous sommes interrompus par la pluie. Voir les résultats en annexe 1.

8/02/99: Après avoir fait les achats de vivres et chargé la pirogue, nous commençons la remontée du Beni.

A Angosto del Bala, où nous arrivons à 10:30, la hauteur à l'échelle est de 575 cm. Nous décidons de ne jauger et prélever qu'à notre retour.

Cela nous permettra de reconnaître le Tuichi en zodiac de manière à établir la section de jaugeage, puis nous remonterons le Quiquibey jusqu'au point de coordonnées:

S 14° 40' 32.4"

W 67° 29' 29"

où la rivière est selon nos piroguiers la plus profonde. De fait, à cet endroit où vivent les grand-parents de M. DIEGEZ, le lit se resserre sensiblement et l'écoulement nous paraît propice à un jaugeage au câble et éventuellement à l'ADCP.

15:30. La section choisie le permettant, nous jaugeons le Quiquibey à l'ADCP (voir annexe 1) et prélevons.

A 17:00 nous repartons pour l'embouchure du Tuichi où nous passerons la nuit.

9/02/2000: Toute la journée sera consacrée au jaugeage du Tuichi. En effet ce rio nous a paru d'emblée beaucoup plus difficile à jauger que le Quiquibey ou même le Beni: fortes vitesses, faibles profondeurs, écoulement très turbulent, eaux très chargées. De plus, la reconnaissance de la veille nous avait permis, sans avoir à remonter excessivement loin en amont (5h selon les piroguiers), de ne trouver qu'un seul endroit où le cours d'eau ne se scinde pas en de multiples bras difficilement jaugeables et où il nous a semblé possible de tenter une mesure au câble malgré la présence d'un fort contre-courant en rive gauche.

Coordonnées GPS de la section:

S 14° 35' 37.4"
W 67° 34' 01"

Le câble une fois tendu, nous avons dû interrompre deux fois le jaugeage pour résoudre un problème de faux contact dans le câble électro-porteur. L'échelle provisoire installée en début de mesure nous assura néanmoins qu'il n'y avait pas eu de variation du plan d'eau durant le jaugeage. Nous terminerons le jaugeage à 15:30, démontage du câble et chargement du matériel compris. Voir résultats en annexe 2.

Je décide de rentrer en zodiac plus rapidement qu'avec la pirogue, de manière à permettre à notre chimiste de commencer la filtration des échantillons recueillis et de récupérer, quant à moi, la partie du budget devant arriver par virement depuis La Paz.

10/02/2000: Départ de R. GALLAIRE pour La Paz.

Visite à la station de San Buenaventura. A 07.23, He = 279 cm.

Le limnigraphe a été noyé lors d'une précédente crue que le dépouillement du limnigramme nous permettra de dater. Cette crue a également apporté une très importante quantité de sédiments (estimation d'environ 2 à 2,50 m de sédiments déposés) qui ont bloqué le contre-poids de l'appareil. Son horloge étant bloquée et le niveau d'eau se trouvant seulement à 80 cm de la base du caisson, nous l'avons démonté.

La PCD montre également des dysfonctionnements alarmants:

Il a été très difficile d'établir la communication et celle-ci s'est interrompue à plusieurs reprises: ceci est vraisemblablement dû à la présence d'eau de condensation à l'intérieur de l'appareil. Nous avons pu récupérer le fichier de données et sécher l'intérieur de l'appareil mais il a été impossible d'interroger la sonde et elle n'enregistre aucune donnée: soit elle est trop profondément enfouie sous la couche de sédiments apportée par la crue pour pouvoir fonctionner, ce dont je doute, car la dernière donnée enregistrée datait du 10/02/2000 à 7:00, soit encore une fois, c'est l'humidité qui est en cause. De plus, la constante de pression était à zéro et certaines hauteurs enregistrées à plus de 7m à l'échelle ainsi que la dernière cote à 451cm, indiquent une très forte dérive (environ 172 cm?). La comparaison avec les lectures d'échelles de la Navale, dès que nous les aurons, ainsi que l'enregistrement du limnigraphe devrait nous permettre de mieux comprendre la nature du problème et de savoir si la sonde est ou non en panne. Le pluviomètre lui, répond normalement et l'alimentation de l'appareil est optimale. Nous avons donc remis la PCD en route avec -172 cm de constante de pression, faute de mieux.

08:30. Départ pour Angosto del Bala. Arrivée à 09:20, He = 634 cm.

Jaugeages à l'ADCP jusqu'à 10:36 heure à laquelle la hauteur à l'échelle est la même. Nous avons de nouveau rencontré beaucoup de problèmes avec l'ADCP: problème d'écriture sur le disque qui empêche les changements de configuration, puis problème de déconnection de l'ADCP, absence de réponse pour certains ensembles ou ensembles "bad". Après dix essais, seule la configuration TRY1.cfg a pu fournir un jaugeage acceptable.

Nous rentrons sur Rurrenabaque où il nous sera impossible au bout de huit essais d'obtenir un jaugeage correct. 12:12 fin des jaugeages, He = 287 cm.

En conclusion, les mauvais résultats enregistrés peuvent en partie s'expliquer par:

- La très faible profondeur en rive droite à San Buenaventura due à l'accumulation de sédiments apportés par la crue. Il me semble donc recommandé de jauger en montée de crue malgré les inconvénients (palots) que cela comporte.
- L'alimentation de l'ADCP est à surveiller de près: la disparition de certains ensembles est peut-être à mettre sur le compte d'une tension trop faible ou irrégulière. Il faut impérativement prévoir deux alimentations distinctes pour l'ordinateur et l'ADCP.
- La réinstallation difficile de Windows 95 est sans doute à l'origine des problèmes d'écriture sur le disque. Je suggère un reformatage du disque.
- Par contre je ne vois pas de raison valable pour le non fonctionnement de certaines configurations pour lesquelles les mesures se bloquent à 2.4m.

Après chargement du matériel, nous partons pour Sta Rita de Buenos Aires où nous arrivons vers 23:00.

11/02/2000: jaugeage du Coroico et prélèvement entre 6:45 et 8:10 (He = 158 cm).

Après avoir recopié les lectures d'échelles de l'observateur, nous repartons pour Guanay. A notre arrivée, le Challana n'est pas en crue, ses eaux très vertes, sans transports solides. Les onze mètres de hauteur du pont au dessus du niveau d'eau, ainsi que les vitesses estimées devront nous permettre de jauger au saumon de 25 kg depuis le pont. Mêmes conclusions pour le Tipuani quoique la section de jaugeage soit bien moins bonne (contre courant et forts remous en rive gauche). Les eaux sont par ailleurs très chargées en sédiments.

Nous louons une pirogue et partons pour Angosto Quercano à 13:30. Arrivée à 15:30 après un arrêt au village en aval de la station pour prendre l'observateur.

15:48. Jaugeage du Mapiro au téléphérique. Prélèvements.

Pt GPS:

S 15° 23' 53"
W 68° 00' 19"

Retour à Guanay et filtration des échantillons.

12/02/2000: Préparation du matériel de jaugeage au saumon et jaugeage depuis les ponts du Challana et du Tipuani. Voir résultats en annexe 2.

Fin des jaugeages à 13:00.

Démontage du matériel et chargement des véhicules.

13/02/2000: Départ pour Teoponte où nous faisons un prélèvement du K'aka mais où ne sera pas fait de jaugeage.

Retour à La Paz.

**ANNEXE 1:
RESULTATS DES JAUGEAGES A L'ADCP**

Rio	Quiquibey	Quiquibey	Béni Rurr	Béni Rurr	Béni Angosto	Béni Angosto
Date	8/ 2/ 00	8/ 2/ 00	7/ 2/ 00	7/ 2/ 00	10/ 2/ 00	10/ 2/ 0
Heure	15: 37	15: 41	18:20	18:27	10:17	10:22
Hauteur à l'échelle	-	-	271	271	634	634
Départ	RD	RG	RG	RD	RD	RG
Fichier	quiq002	quiq003	rure001	rure003	ango005	ango006
Débit total (m3/s)	93	-90	-3.943	3955	4.017	-4052
Débit moyen (m3/s)	93	-90	-3.953	3950		
Débit en rive (m3/s)	0	0	11	5	6	2
Vitesse moyenne (m/s)	0,5	-0,5	-1,9	2.2	2,5	-2,5
Surface totale (m2)	171	165	2.087	1.887	1.775	1.583
Surface moyenne (m2)	154	148	2.067	1.875	1.758	1.571
Surface aux rives (m2)	17	17	20	12	17	11
Largeur totale (m)	65	59	336	357	262	243
Largeur moyenne (m)	48	42	321	327	247	233
Distance Début (m)	2	15	0	25	10	10
Distance Fin (m)	15	2	15	5	5	0
Distance finale Est (m)	-29	42	274	-297	-231	210
Distance finale Nord (m)	-39	0	-167	139	87	-101
durée (s)	163	192	277	470	306	229
Direction du Profil (degrés)	37	90	-59	-65	-69	-64
Hauteur cellules (cm)	100	100	50	50	50	50
Blanc après transmission (cm)	50	50	50	50	50	50
Profondeur ADCP (cm)	30	30	30	30	0	0
Nbre de verticales	18	21	89	154	33	25
Nbre de cellules	4	4	38	38	24	24
Nbre de pings par ensemble	5	5	5	5	5	5
Temps par ensemble (s)	10	10	0	0	10	10
Profiling Mode	4	4	4	4	4	4

- Remarques:

Les jaugeages réalisés à Rurrenabaque et Angosto del Bala avec les difficultés relatées plus haut, ont donné des débits très inférieurs à ce que les cotes aux deux échelles auraient pu laisser augurer. Nous pensons que les sédiments apportés en montée de crue (qui plus est la première et la plus importante depuis le début de la saison des pluies), pourraient être à l'origine de ces résultats. En effet, d'après les premiers résultats du suivi mensuel des MES et du mercure à Rurrenabaque, il apparaît que le processus d'érosion est plus "efficace" en début qu'en fin de crue avec des pics de concentrations très élevés. Nous pensons réaliser dans les deux prochains mois une série de mesures complémentaires (débits et MES) qui, ajoutées aux données des années précédentes et mises en parallèle avec les teneurs en MES d'une part et recalées sur l'hydrogramme des deux stations d'autre part, devrait nous permettre de vérifier ou non cette hypothèse.

ANNEXE 2: RESULTATS DES JAUGEAGES CLASSIQUES

Date	Heure	Lieu	He (cm)	Débit (m3/s)	Sect. (m2)	Larg. (m)	P. mouillé	VMS (m/s)	Vmoy (m/s)	R.H. (m)	Prof. moy	Prof. max
07/02/00	09:00	Tuichi Contre-courant:	-	363.6	228.8	108	112.2	1.318	1.589	2.039	212	495
				41.4	103.6	30	35	0.536	0.399	2.96	345	405
11/02/00	06:45	Coroico	158	377.5	190.5	93	94.12	1.198	1.981	2.024	205	239
11/02/00	16:20	Mapiri	315	430.8	195.3	70	76.08	1.848	2.205	2.567	279	580
12/02/00	11:10	Challana	-	135	110.1	50	51.56	1.101	1.227	2.135	220	389
29/11/98	16:45	Tipuani	-	100	95.13	40	39.67	1.091	0.988	2.398	268	507

Remarques sur les modes opératoires:

- Jaugeage du Tuichi:** Au cable avec saumon de 50 kg monté sur ZODIAC. Moulinet SIAP et hélice SIAP de 0.25. Les hauteurs ont été mesurées directement sur le cable du treuil, celui-ci n'ayant pas de compteur de profondeur. Changement de compteur en cours de jaugeage. Dépouillement en deux fois à cause du contre courant.
- Jaugeage du Coroico:** Au téléphérique avec saumon de 50 kg. Moulinet SIAP et hélice SIAP de 0.25.
- Jaugeage du Mapiri:** Au téléphérique avec saumon de 50 kg. Hélice GURLEY 622 au pas de 0.98.
- Jaugeage du Challana:** Depuis le pont, coté aval au saumon OTT de 25 kg. Moulinet SEBA et hélice SEBA de 0.50 n° 1.1261. Compteur Z 30 et treuil OTT. Du fait de l'état du moulinet, les vitesses sont peut-être légèrement sous-estimées. Nous avons pensé compenser ceci en ne tenant pas compte de l'inclinaison du cable (jamais supérieur à 15°). Néanmoins, l'ordre de grandeur du débit obtenu nous semble tout à fait acceptable.
- Jaugeage du Tipuani:** idem
Le débit a été calculé en tenant compte du contre courant en rive gauche puis passé de 93.6 m3/s, valeur initiale obtenue, à 100 m3/s pour tenir compte des forts remous ayant perturbé la mesure sur les trois premières verticales, lieux des plus grandes profondeurs.