



**Compte rendu de mission
au Pérou et en Equateur
14-23 Mai 1998**

Jean Loup Guyot

Brasília, le 25 mai 1998

1. Objectifs de la mission

L'objectif principal de cette mission était de définir l'accord de coopération entre l'ORSTOM et l'INAMHI pour le démarrage du programme HiBAM Equateur, prévu pour une durée de 2 ans.

La mission devait également définir clairement le programme de travail de Robert Hoorelbecke, en poste à Quito, dans le cadre de ce projet HiBAM Equateur.

Enfin, un arrêt à Lima (Pérou) était prévu pour visiter l'équipe de Carlos Llerena à l'Université de La Molina, ainsi Michael McClain, responsable du projet AARAM, en accueil dans cette université.

2. Déroulement de la mission

☞ **14 Mai** : Voyage de Brasília à Lima

☞ **15 Mai** : Réunion à l'Université La Molina avec Michael McClain et Carlos Llerena. Discussions sur :

➤ **le projet AARAM** : Le projet a obtenu un financement de l'IAI de 117 000 \$US pour deux ans, dont 60 000 \$US réservé pour la prise en charge de 4 étudiants (1 péruvien, 1 bolivien, 1 équatorien, 1 colombien) devant travailler sur le bassin du Rio Pachitea, au Pérou. Cette équipe sera accueillie à l'Université de La Molina à Lima. Deux de ces étudiants devant travailler sur l'hydrologie, les deux autres sur la biogéochimie, et dans chacun de ces deux groupes, un étudiant s'intéressera à l'ensemble du bassin du Rio Pachitea (23 000 km²), et l'autre à un petit bassin versant représentatif.

L'idée à terme est de modéliser le fonctionnement hydrologique et biogéochimique du bassin afin de prévoir l'effet de l'activité anthropique (déforestation, mise en culture, etc...) sur la réponse du bassin. La partie de modélisation sur bassin représentatif sera faite avec Helmut Elsenbeer (Université de Berne, Suisse) et sur l'ensemble du bassin avec Alfred Becker (PIK, Potsdam, Allemagne). Le module télédétection pour suivre l'évolution de la déforestation/utilisation des sols sera réalisé à l'Université de Miami (Université d'accueil de Michael) en collaboration avec La Molina à Lima.

Michael quittera le Pérou pour l'Université de Miami en décembre prochain.

➤ les liens et synergies entre le projet **AARAM en Equateur** et celui de **HiBAM Equateur**, tous les deux orientés vers l'étude du bassin du Rio Coca-Napo avec l'INAMHI. Nous décidons de regrouper les deux projets et d'explorer la possibilité que l'étudiant équatorien de AARAM soit affecté à cette étude sur le Coca-Napo avec HiBAM, sur un financement mixte. Cette idée est soutenue par Michael, beaucoup moins par Carlos qui perdrait un étudiant de l'équipe Pachitea.

➤ **la collaboration entre AARAM et HiBAM au Pérou**. AARAM est demandeur d'un soutien technologique en hydrologie opérationnelle, car l'équipe de La Molina n'a aucune expérience dans ce domaine, et que le SENAMHI Pérou est pour l'instant hors jeu. Des échanges de mails, courriers et informations techniques ont déjà abordés ce sujet entre Lima et Brasília, concernant notamment l'acquisition de limnigraphes de type « data loggers » à pression de chez OTT pour

équiper le bassin du Rio Pachitea. Prototype d'installation sur rivière et tests déjà réalisés par Jacques Callède au Brésil.

Il est donc convenu de demander à Robert Hoorelbecke de participer à une mission commune sur le bassin du Rio Pachitea afin de : (i) prévoir l'installation du limnigraphe sur le rio Pachitea près de son embouchure dans le Rio Ucayali, et (ii) donner une formation de base pour la mesure des débits aux techniciens de l'Université de La Molina et du SENAMHI. En échange de cet appui technologique, je demande à ce que HiBAm soit associé, via AARAM, à l'étude sur le Pachitea, i.e. : (i) ait accès aux données hydrologiques et sédimentologiques, (ii) puisse participer aux campagnes d'échantillonnage sur le Rio Pachitea, depuis Brasília (Patrick Seyler, Alain Laraque) ou La Paz (Laurence Maurice Bourgoïn), et/ou bénéficier de l'échantillonnage de AARAM.

Nous prévoyons également que je participe à la formation en hydrologie de l'université de La Molina (sous forme de cours condensés de 15 jours) au cours du second semestre 98.

Nous envisageons également d'inviter un ingénieur et/ou technicien du SENAMHI Pérou pour le prochain cours d'hydrométrie des grands fleuves organisé par l'ANEEL sous financement de l'OMM (et avec la participation de HiBAm), prévu normalement en août prochain au Brésil (Manaus et Manacapuru). Il me faut étudier les possibilités de financement de cette action avec Valdemar Guimarães qui est le coordinateur OMM de l'opération.

Enfin, j'invite Carlos Llerena et Michael McClain à participer à notre prochaine campagne HiBAm sur le bassin du Rio Negro au Brésil, prévue en septembre prochain : la douzième campagne : Negro'98.

➤ **La possibilité de monter un projet HiBAm Pérou.** Carlos Llerena me demande quelles sont les possibilités de démarrer au Pérou un projet comme HiBAm. Cette question, il me la pose depuis déjà 12 ans, depuis sa visite à La Paz au programme PHICAB. Je lui réponds que je/nous/l'ORSTOM sommes très intéressés par l'idée d'une opération HiBAm au Pérou associant notre Institut à l'Université La Molina et au SENAMHI, mais qu'en absence d'intérêt du SENAMHI pour l'hydrologie amazonienne, cela me paraît aujourd'hui irréaliste. L'ORSTOM ne peut en aucun cas se substituer au service hydrologique national et installer un réseau, même minimum, sur un bassin d'une telle étendue. A Carlos de convaincre le SENAMHI avant de projeter une étude sur l'ensemble du bassin amazonien du Pérou. En devançant une éventuelle réaction positive du SENAMHI péruvien, nous réfléchissons sur ce que pourrait être un réseau minimum en Amazonie péruvienne, fonctionnant sur les mêmes bases que les stations de référence du programme HiBAm. Sept stations sont alors sélectionnées (voir Figure 1).

📅 **16 Mai** : Lima (UNALM, ORSTOM, IFEA).

Discussions avec Michael au sujet du Symposium « Manaus'99 ». Michael est intéressé et propose un thème supplémentaire « *Integrated management of large scale basins : translating research results into management tools* ». A discuter avec le groupe HIBAM à Brasília. Nous évoquons enfin, la possibilité d'organiser une réunion du groupe AARAM en marge du Symposium, à Manaus en novembre 1999. Depuis notre rencontre, et suite à la participation de Michael à la réunion UNESCO sur « EcoHydrology », le thème proposé devient « *EcoHydrology of large scale river basins* ».

Discussions avec René Marocco, représentant de l'ORSTOM, et Patrice Baby, géologue ORSTOM. Compte rendu des visites effectuées et objectifs de ma mission. Nous faisons le point sur

la possibilité d'ouvrir une coopération hydrologique au Pérou, car l'équipe AARAM a approché le représentant ORSTOM à ce sujet.

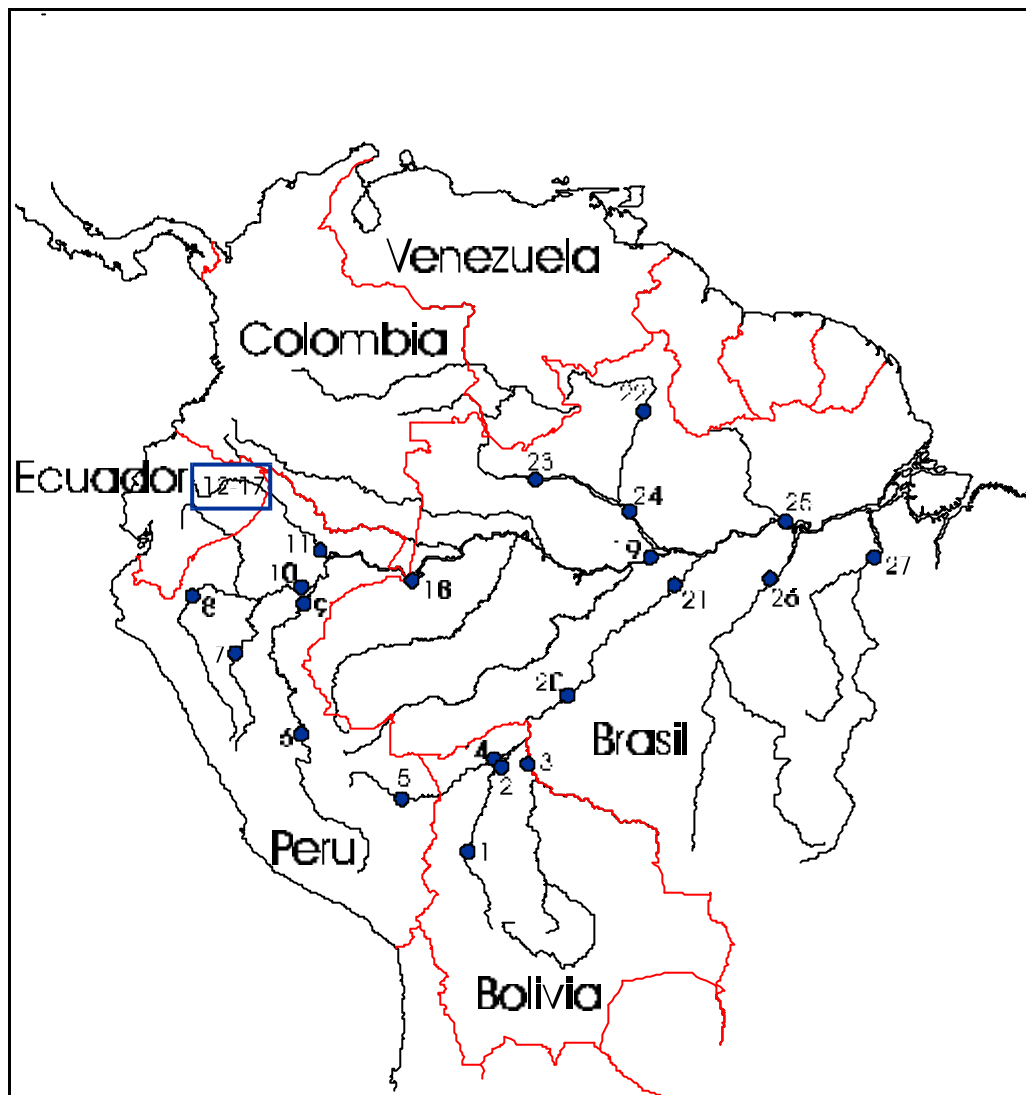


Figure 1 : Stations de référence, existantes et potentielles, du Programme HiBAM dans le bassin de l'Amazonie.

➤ **Bolivie (stations en activité) :**

- 1. Rio Beni à Angosto del Bala / Rurrenabaque
- 2. Rio Beni à Riberalta
- 3. Rio Mamore à Guayaramerin / Guajara Mirim
- 4. Rio Madre de Dios à Miraflores

➤ **Pérou (stations potentielles) :**

- 5. Rio Madre de Dios à Puerto Maldonado
- 6. Rio Ucayali à Atalaya ou Pucallpa
- 7. Rio Huallaga à Yurimaguas
- 8. Rio Marañón à Santa Maria de Nieva
- 9. Rio Ucayali à Requena

- 10. Rio Marañón à Nauta
- 11. Rio Napo à Mazan

➤ **Equateur (stations en cours d'installation) :**

- 12. Rio Napo à Puerto Napo
- 13. Rio Coca au piedmont andin
- 14. Rio Napo à Coca
- 15. Rio Napo à Nuevo Rocafuerte
- 16. Rio Aguarico à Lumbaqui
- 17. Rio Aguarico à l'aval des sites pétroliers

➤ **Brésil (stations en activité) :**

- 18. Rio Solimões à Tabatinga
- 19. Rio Solimões à Manacapuru
- 20. Rio Madeira à Porto Velho
- 21. Rio Madeira à Vista Alegre
- 22. Rio Branco à Caracaraí

- 23. Rio Negro à Serrinha
- 24. Rio Negro à Moura
- 25. Rio Amazonas à Óbidos
- 26. Rio Tapajós à Itaituba
- 27. Rio Xingu à Altamira

Rencontre avec Georges Pratlong, directeur de l'IFEA (Institut Français d'Etudes Andines). Informations sur la possibilité d'obtenir des bourses de recherche pour des étudiants français ou nationaux, sur des sujets « andins ».

☞ **18 Mai :** UNALM Lima.

Calcul avec Carlos Llerena d'une estimation du coût d'opération du réseau de 7 stations de référence en Amazonie péruvienne (Figure 1). Tous les déplacements depuis Lima devant être fait par voie aérienne, sur la base de 4 sorties annuelles, ce coût de fonctionnement annuel est estimé à environ 25 000 \$US, hors équipement des stations. Pour mener une telle opération, il est indispensable d'obtenir un financement externe conséquent (CEE, OMM, ? ? ?).

Conférence « *Hidrología, Geoquímica y Sedimentometria de la Cuenca Amazónica* » à la Faculté des Sciences Forestières de l'UNALM.

Déjeuner avec Jorge Yerrén Suárez, directeur du service hydrologique du SENAMHI. Celui-ci, qui a assisté à la conférence, a été très intéressé par la présentation des résultats du projet HIBAM. Nous faisons le point sur l'activité du SENAMHI en Amazonie péruvienne. Le SENAMHI opère quelques stations hydrologiques dans les Andes, et aussi dans la région de Iquitos, sur les rios Ucayali, Amazonas et Napo. Il ne s'agit que d'observations limnimétriques sans mesures de débit, par manque d'équipement et de personnel qualifié... La situation est donc assez alarmante. Toutefois l'équipe du SENAMHI de Iquitos semble être dynamique et les stations en service correspondent à peu près au choix fait pour d'éventuelles stations de référence. Nous évoquons la possibilité de faire démarrer la prochaine campagne « Solimoes'99 » à Iquitos, ce qui semble réaliste d'après Jorge Yerrén Suárez. A suivre !

☞ **19 Mai :** Voyage de Lima à Quito en compagnie de Patrice Baby.

Accueil par Robert Hoorelbecke, technicien hydrologue de l'ORSTOM, qui aura la charge de lancer de façon opérationnelle le projet HIBAM Equateur auprès de l'INAMHI. Nous faisons le tour de la question politico - hydrologique et je précise à Robert ce que nous attendons de sa présence à Quito, selon les termes du mail de Pascal Kosuth du 04/05/98. Robert fait le compte rendu de sa mission sur le bassin du Rio Napo avec German Subia, ingénieur de l'INAMHI mis à la disposition du projet HIBAM Equateur. Robert a été impressionné par le bon état du réseau hydrologique existant dans les Andes, et par l'accessibilité du bassin depuis Quito. Seul problème, le coût d'opération de la station de Nuevo Rocafuerte nécessitant des moyens navigants dont ne dispose pas l'INAMHI (Hoorelbecke R., Subía G., 1998. Gira de reconocimiento y verificación del estado actual de las estaciones hidrometeorológicas de la cuenca del Río Coca-Napo. Publ. INAMHI-ORSTOM, Quito, 9 p.).

Rencontre avec Francis Kahn, représentant de l'ORSTOM en Equateur, qui est particulièrement intéressé par notre étude sur le versant amazonien de l'Equateur. Discussions sur la forme à donner à notre accord de coopération (*convenio*) avec l'INAMHI.

Rencontre avec Nelson Salazar, directeur de l'INAMHI, et avec Gustavo Gomez, chef du service hydrologique. Gustavo me demande mon avis sur la participation de l'INAMHI au projet AARAM. Je lui réponds que j'y suis favorable, sachant que notre équipe est déjà largement impliquée dans AARAM, et que les deux projets sont complémentaires. Il y a plus matière à collaboration qu'à concurrence.

☞ **20 Mai :** INAMHI à Quito.

Discussions avec Gustavo Gomez des objectifs du projet HIBAM Equateur, du contenu de la convention à rédiger, et des collaborations éventuelles. Nous convenons de faire une convention bipartite (cf annexe 1) entre l'INAMHI et l'ORSTOM, laissant la porte ouverte à des organismes équatoriens de recherche comme l'Ecole Polytechnique Nationale (EPN) ou n'importe quelle autre université.

Nous convenons également que la première étape du projet HIBAM sera de faire le point des données hydrologiques existantes, et je propose de prendre un étudiant équatorien dans le projet pour faire la critique de ces données et le calcul du bilan hydrologique du bassin du Rio Coca-Napo, selon les normes du Programme Hydrologique International (PHI) de l'UNESCO. Je prévois de demander pour cela une bourse à l'IFEA.

Nous étudions ensuite avec attention le choix des stations de référence à installer. Robert pourra commencer l'installation d'échelles limnimétriques, faire les jaugeages et organiser l'échantillonnage hebdomadaire pour les MES après son retour de congés (en septembre) sous réserve d'avoir reçu notre seconde délégation. Le coût estimé des tournées de Robert est de 20 KF annuel pour les 4 stations accessibles en voiture (Figure 2). Le cas de la station de Nuevo Rocafuerte est laissé en attente.

☞ **21 Mai :** INAMHI à Quito.

Présentation du projet HIBAM et conférence sur la mesure des débits par ADCP aux hydrologues de l'INAMHI et d'autres institutions de Quito.

Visite du laboratoire *Aguas Subterráneas* de l'INAMHI, passablement sous équipé, mais qui peut toutefois être utilisé pour la détermination des MES, sous réserve de lui fournir une rampe de filtration complète.

Début de mise en forme du projet de convenio avec Gustavo Gomez.

☞ **22 Mai :** PETROECUADOR et INAMHI à Quito.

Présentation du projet HIBAM et des résultats obtenus sur les bilans de sédiments en Amazonie bolivienne à l'équipe des géologues de PETROPRODUCTION et de l'ORSTOM.

Le coordinateur de l'étude intégrée du Bassin « Oriente » de PETROPRODUCTION, Fausto Jara et Erika Alzamora (Biologiste de l'Unité Environnement), sont particulièrement intéressés par une collaboration avec HIBAM sur les thèmes des bilans sédimentaires et d'un suivi géochimique des rivières, notamment du Rio Aguarico afin d'apprécier l'impact de l'exploitation pétrolière dans cette région. Fausto est prêt à prendre en charge le coût des opérations dans les Llanos (avion et pirogue) si nous installons une sixième station de référence, sur le Rio Aguarico, à l'aval de leurs sites pétroliers.

Concernant l'aspect « convenio », Fausto estime que l'opération HIBAM peut être couverte par le « convenio » actuel sur la géologie du bassin (celui de Patrice Baby), en attendant la mise en

place d'un accord plus général ORSTOM-PETROECUADOR, prévu par Francis Kahn dans les prochains mois.

Une proposition est aussitôt faite par Erika Alzamora d'envoyer la semaine suivante Robert Hoorelbecke à Nuevo Rocafuerte pour étudier la possibilité d'y installer la station de référence, en prenant en charge le billet d'avion jusqu'à Coca, puis le voyage en pirogue jusqu'à Nuevo Rocafuerte. Robert devra également approcher, via PETROPRODUCTION, les hydrologues de la Marine Nationale Equatorienne, qui ont des stations limnimétriques dans cette région.

Réunion à l'INAMHI avec Gustavo Gomez pour l'informer des discussions avec PETROPRODUCTION, et définir le programme de travail de Robert pour 1998. Nous envisageons la possibilité d'organiser une mission d'échantillonnage en Equateur en octobre prochain, si le budget HIBAM le permet. Une demande de financement auprès du Ministère Français des Affaires Etrangères (MAE) a été faite à Brasília pour cette opération.

Réunion de synthèse à l'ORSTOM avec Francis Kahn, Patrice Baby et Robert Hoorelbecke pour faire le point de la situation.

↳ **23 Mai :** Voyage de Quito à Brasília.

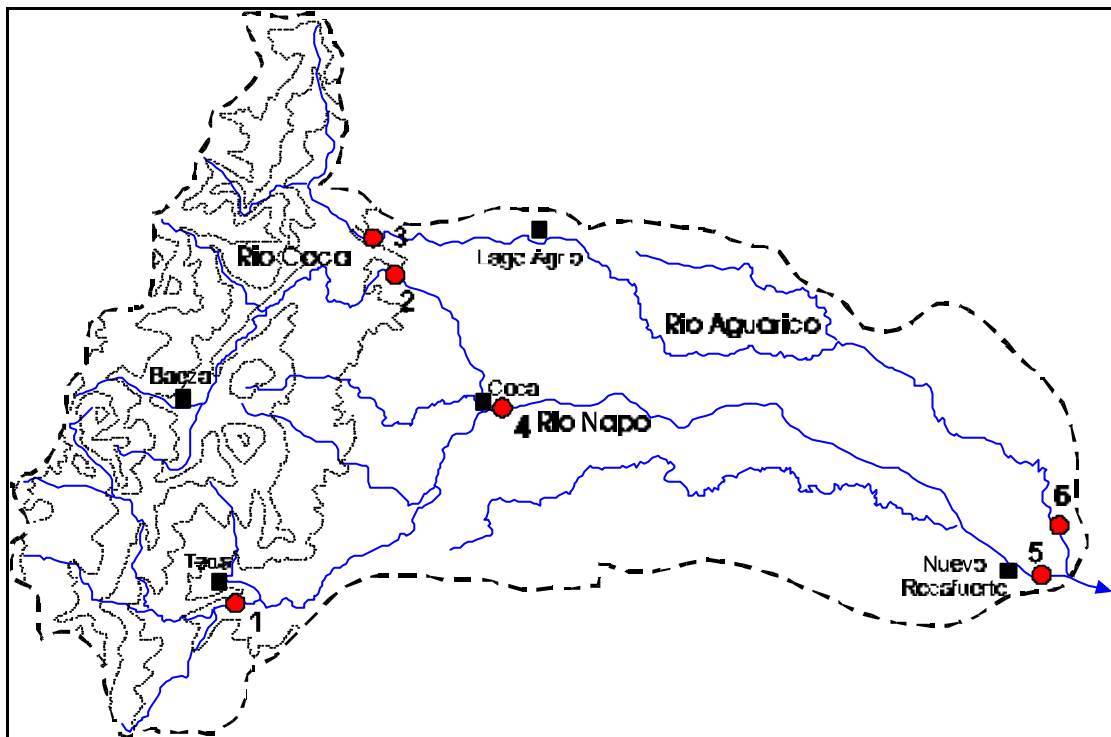


Figure 2 : Les stations de références dans le Bassin du Rio Napo en Equateur

[1=Rio Napo à Puerto Napo, 2=Rio Coca au piedmont andin,
3=Rio Aguarico à Lumbaqui, 4=Rio Napo à Coca,
5=Rio Napo à Nuevo Rocafuerte, 6=Rio Aguarico à l'aval des sites pétroliers]

Conclusions :

Ce voyage a permis de rédiger le projet de convenio avec l'INAMHI pour le projet HIBAM Equateur (Annexe 1), et de définir le programme de travail de Robert Hoorelbecke (Annexe 2), affecté à Quito sur le projet HIBAM Equateur.

L'association de PETROECUADOR au projet HIBAM Equateur rend celui-ci viable en termes de coût opérationnel, notamment pour les stations situées dans la plaine amazonienne.

Par ailleurs, l'escale de Lima a permis de renforcer les liens avec le groupe AARAM, et d'évacuer certains malentendus passés. Cet arrêt a également permis de mieux apprécier l'état de l'hydrologie péruvienne, et d'évaluer le coût d'une opération de type HIBAM dans le bassin amazonien du Pérou, bases indispensables pour le montage d'un éventuel projet dans cette région clé du bassin amazonien.