

**Institut des Sciences de l'Ingénieur de Montpellier
Université des Sciences et Techniques du Languedoc, Montpellier II**

RAPPORT DE STAGE

David BLANC

Effectué du 29 juin au 28 août 1992 auprès de l'

**Institut Français de Recherche Scientifique pour le Développement en Coopération
(ORSTOM)**

Antenne de Porto Alegre, Rio Grande do Sul, Brésil

Responsable du stage :

Pierre Chevallier, Directeur de Recherches ORSTOM

.I.Présentation de la structure d'accueil

.I.1.L'ORSTOM

L'ORSTOM, anciennement dénommé Office de la Recherche Scientifique et Technique d'Outre-mer dont il a conservé le sigle, s'intitule depuis 1984 l'Institut Français de Recherche Scientifique pour le Développement en Coopération. C'est un établissement public national à caractère scientifique et technologique. Il est placé sous la double tutelle du ministère chargé de la recherche et du ministère chargé de la coopération et du développement. Avec un budget de 1 milliard de FF. en 1992 et un effectif de 2500 agents dont 1500 chercheurs, ingénieurs et techniciens, il gère quarante centres et missions dans une trentaine de pays sur les cinq continents.

Les grands domaines d'intervention sont regroupés en cinq départements qui élaborent et mettent en oeuvre les programmes exécutés par des équipes réparties dans 41 unités de recherche. Ces départements s'intitulent :

- .1. Terre, Océan, Atmosphère
- .2. Eaux continentales
- .3. Milieux et activité agricole
- .4. Santé
- .5. Société, urbanisation, développement

Sept commissions scientifiques évaluent le déroulement des programmes et la carrière des chercheurs qui les exécutent. Elles regroupent plus de quarante disciplines sous leurs intitulés :

- .1. Géologie, géophysique
- .2. Hydrologie, pédologie
- .3. Hydrobiologie et océanographie
- .4. Sciences du monde végétale
- .5. Sciences biologiques et biochimiques appliquées à l'homme
- .6. Sciences sociales
- .7. Sciences de l'ingénieur et de la communication

Le projet POTIRIBU qui fait l'objet du présent rapport dépend pour l'ORSTOM de l'U.R 2B du Département des Eaux Continentales, processus et transfert à l'interface eau-sol-plante-atmosphère et de la commission scientifique Hydrologie, pédologie.

L'ORSTOM conduit depuis cinquante ans des recherches sur les milieux intertropicaux. Il propose à ses partenaires du Sud et aux acteurs du développement des programmes et des résultats sur les thèmes de l'environnement et les grands écosystèmes océaniques, aquatiques et terrestres, l'agriculture en milieu tropicale, la santé et l'étude des sociétés en mutation. Ces recherches sont conduites en coopération avec les institutions du Sud et l'ORSTOM participe ainsi au renforcement de leurs capacités scientifiques par la formation à la recherche et par des appuis spécifiques. De plus, les scientifiques de l'ORSTOM assurent la formation de jeunes chercheurs français et étrangers en encadrant des allocataires de recherche, en accueillant des stagiaires et en participant aux enseignements universitaires et à l'encadrement de thèses. Enfin, l'institut intervient aussi à la demande de bureaux d'étude, de responsables de projets, d'organismes nationaux ou internationaux pour des missions de diagnostic et d'expertise.

.I.2.L'ORSTOM au Brésil

Les premiers chercheurs de l'ORSTOM sont arrivés au Brésil en 1961 pour réaliser des études hydrogéologiques et une carte pédologique dans la partie semi-aride de l'état du Ceará. Depuis, les projets se sont multipliés et sont régis par des accords contractuels. Le premier a été signé en 1980 avec l'EMBRAPA (Entreprise brésilienne de recherche agronomique) et concerne les recherches appliquées au développement de l'agriculture, de l'élevage et des forêts. Le second date de janvier 1981 et a été signé avec le CNPq (Conseil national de développement scientifique et technologique brésilien) et règle les projets conjoints de recherches et de formation.

En 1987 par exemple, vingt-quatre programmes de recherche-formation ont ainsi été effectués et onze stagiaires se sont rendu en France. Ces programmes concernaient principalement la gestion des ressources naturelles, des études socio-économiques, la médecine et l'entomologie médicale.

La coopération est ici très importante. Toute recherche et tout programme envisagés par l'un ou l'autre des deux partenaires doivent être d'intérêt réciproque et deviennent un projet commun. L'équipe est donc mixte, tant en ce qui concerne les acteurs que les financements. Le projet POTIRIBU est un projet brésilien émanant de l'IPH-UFRGS (l'Institut de Recherches Hydrauliques de l'Université Fédérale du Rio Grande do Sul) où l'ORSTOM intervient en tant que consultant. Les participants français sont uniquement des chercheurs expérimentés.

Il y a actuellement trente chercheurs de l'ORSTOM au Brésil répartis dans une dizaine de villes (Manaus, Belem, Petrolina, Brasilia, Goiania, Salvador, Rio de Janeiro, São Paulo et Porto Alegre).

.I.3.L'UFRGS et L'IPH

L'IPH (Institut de recherche hydraulique) est un institut dépendant de l'UFRGS (Université fédérale du Rio Grande do Sul) à Porto-Alegre. Il effectue des tâches d'enseignement, de recherche et de prestation de services. Il est divisé en cinq grands secteurs : hydrologie, hydraulique, assainissement et qualité des eaux, irrigation et drainage, sédimentologie. Son personnel compte environ 150 personnes dont une cinquantaine d'enseignants chercheurs. Il accueille environ 400 étudiants par an qui se répartissent de la façon suivante : 300 étudiants du second cycle universitaire (génie civil, agronomie, architecture, géologie, génie mécanique) ; 50 étudiants du troisième cycle (mestrado, identique au master of science américain, et doctorat) et enfin 50 étudiants en formation de techniciens supérieurs dans le domaine des ressources en eau. Les travaux de recherches sont toujours effectués avec la participation active des étudiants.

.II.Le projet POTIRIBU

.II.1.Introduction

Le Rio Grande do Sul, état le plus méridionale du Brésil, est l'objet depuis quelques décennies d'une importante mise en valeur agricole. Le défrichage anarchique, la mise en culture sans précaution particulière de très grandes surfaces ont rapidement fait apparaître de graves problèmes de conservation et de qualité des sols et des eaux. Depuis le développement intensif et quasi exclusif de la culture du soja, on a pu noter une augmentation très sensible de la charge solide des rivières, une accélération de la sédimentation dans les retenues et une perturbation du régime hydrologique des cours d'eau.

C'est dans ce cadre que le projet POTIRIBU de recherche concernant l'impact de l'agriculture sur l'environnement a été lancé en 1989 en coopération entre l'IPH et l'ORSTOM.

Situation géographique

Le Rio Potiribu est un affluent du Rio Ijuí, lui même tributaire du Rio Uruguay qui se jette dans l'océan Atlantique à travers l'estuaire de la Prata. Le bassin versant du Rio Potiribu se trouve au nord-nord-ouest de l'état du Rio Grande do Sul et est "encadré" par les villes de Panambi, Ijuí et Cruz Alta. Ce bassin versant a été choisi d'une part sur des critères physico-climatiques (érosivité des pluies, érodibilité des sols et relief) et d'autre part sur l'appui dont pouvait bénéficier le projet grâce à l'implication de collectivités locales (municipalité de Pejuçara, coopératives agricoles d'Ijuí et de Cruz Alta, université d'Ijuí).

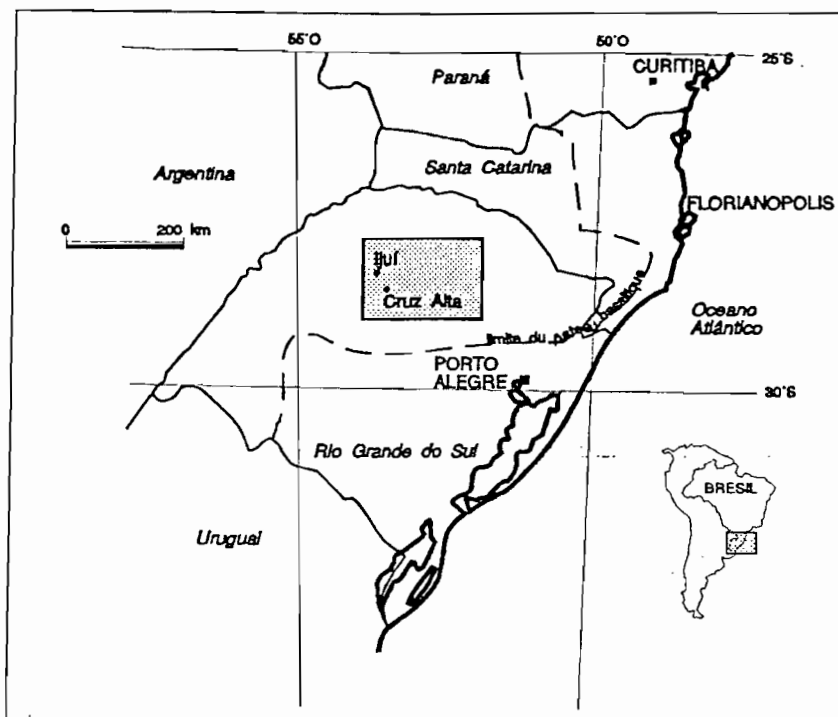


Figure n°1 : Carte de situation

Situation géologique

Le bassin du Rio Potiribu se trouve sur le grand plateau basaltique sud-américain. Le substratum est donc constitué par des effusions basaltiques en couches quasi horizontales (trapp) d'une quinzaine de mètres d'épaisseur. Le sol est le produit de l'altération de ces basaltes et se présente sous la forme de terres rouges riches en argiles et très fragiles mécaniquement.

Situation climatique

Le climat de la région d'étude est tempéré et humide. La répartition des précipitations est pratiquement uniforme tout au long de l'année et l'on n'observe pas de saison sèche. Le régime des précipitations est réglé par la confrontation de l'*Anticyclone Polaire*, froid et sec, avec l'*Anticyclone de l'Atlantique Sud*, chaud et humide. Le front, actif toute l'année, se déplace du sud vers le nord en provoquant des averses généralement longues et d'intensité modéré.

La hauteur de précipitation moyenne annuelle est de 1700 mm, avec des moyennes mensuelles variant entre 120 et 150 mm. L'étude des averses observées pendant 16 ans à Ijuí donne pour une fréquence annuelle une intensité de 115 mm/h en 5 minutes et de 68 mm/h en 30 minutes.

L'évaporation moyenne varie entre 2,3 mm/jour en juin et 4,2 mm/jour en décembre pour un total annuel de 1200 mm.

La température moyenne mensuelle minimale est de 14°C en juillet et la moyenne maximale de 24°C en janvier. Les températures extrêmes peuvent, par contre, être inférieures à 0°C ou supérieures à 35°C.

.II.2. Le dispositif expérimental

Description des bassins versants

-Le bassin du Rio Potiribu : D'une superficie de 563 km², ce bassin constitue le cadre naturel de l'étude. Il est contrôlé par une chute naturelle équipée d'une micro-centrale électrique (usine d'Andorinhas) à quelques

kilomètres à l'est d'Ijuí. La quasi-totalité de l'espace est utilisée pour l'agriculture. La majorité des terres est employée pour la culture du soja mais les zones de forte pente, les zones inondables ou celles dont les sols sont peu profonds ou fortement érodés on pratique l'élevage des bovins. La couverture forestière originale ne subsiste qu'en de rares endroits, comme les talwegs encaissés ou le long du réseau hydrographique. Son périmètre est de 115 km, son altitude maximale de 483 mètres et son altitude minimale de 300 mètres

Ce bassin (n°4) se subdivise en plusieurs sous-bassins emboîtés, tous originalement équipés d'une station de mesure hydrométrique. On peut sur la carte, repérer les bassins du Taboão (n°3), du Rincão (n°6) et de Turcato (n°2) dans lequel se trouve les bassins de Donato (n°1) et d'Anfiteatro (n°7). A la suite d'un événement pluvieux d'une ampleur exceptionnelle (420 mm de pluie en 30 heures à Pejuçara) survenu les 26 et 27 mai 1992, la totalité de ces stations ont été détruites ou endommagées. Comme seules les stations de Turcato, de Donato et d'Anfiteatro ont été remises en état, la presque totalité des travaux réalisés pendant ce stage l'ont été sur ces trois bassins.

-Le bassin de Turcato : Ce bassin est emboîté dans le précédent. Sa superficie est de 19,4 km² pour un périmètre de 18,1 km. Son altitude maximale est de 471 mètres alors que son point le plus bas se situe à 355 mètres. Ce bassin est approximativement cultivé sur 60% de sa surface, les pâturages et les zones inondables se répartissent sur 25% de la superficie et la commune de Pejuçara occupe les 15% restant.

-Le bassin de Donato : C'est un petit bassin de 110 ha totalement cultivé et aménagé avec des banquettes anti-érosives. Son périmètre est de 4,54 km et son altitude varie entre 471 et 395 mètres. Il est situé à l'intérieur du bassin de Turcato.

-Le bassin d'Anfiteatro : Il est constitué d'une unique parcelle cultivée et aménagée en terrasses suivant les courbes de niveau. Sa superficie est de 13,7 ha son périmètre de 1,46 km et son altitude comprise entre 471 et 433 mètres.

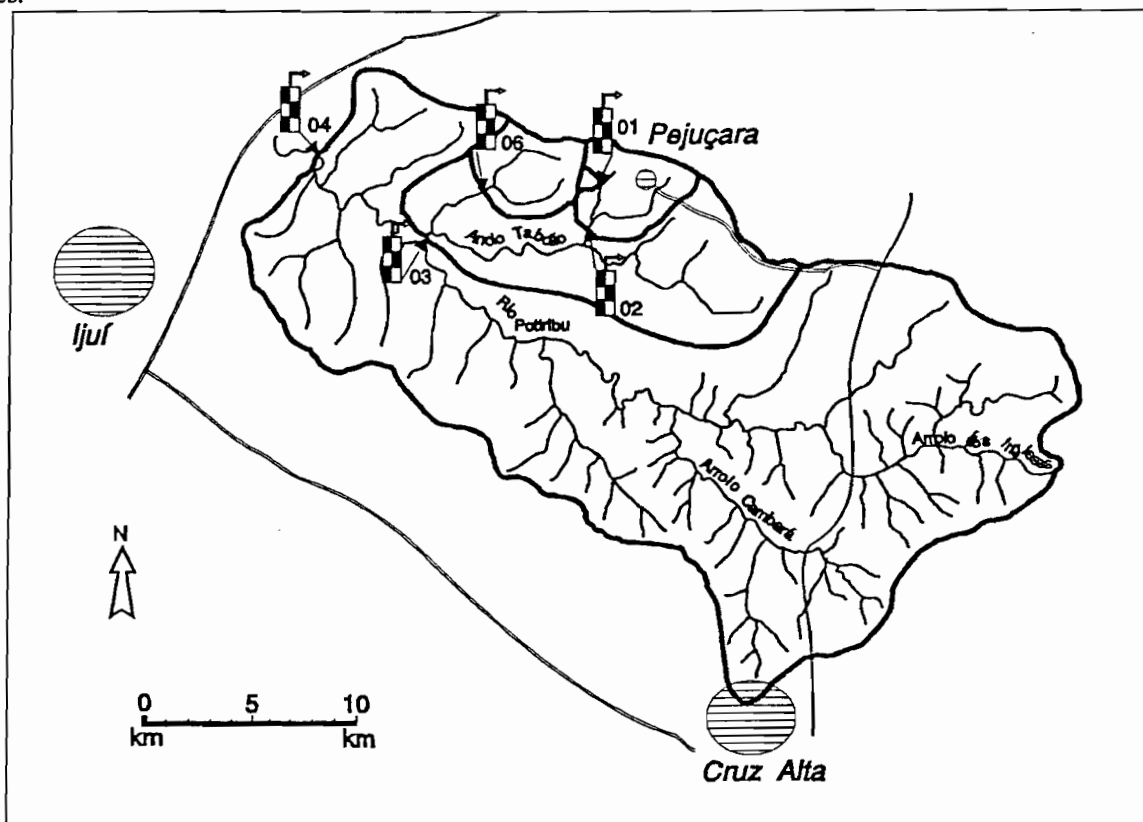


Figure n° 2 : Bassin du Rio Potiribu

Description des appareils utilisés

-a- Les pluviomètres

Ils sont au nombre de 8, tous situés sur le bassin du Taboão. On en trouve 2 sur Turcato. Ce sont des appareils japonais de marque Tamaya constitués d'une bague de 20 cm de diamètre et d'un réservoir. Les volumes d'eau récupérés sont convertis en hauteur de précipitation soit à l'aide d'une éprouvette calibrée en mm et adaptée à cette bague de 20 cm de diamètre, soit par un simple calcul arithmétique : le volume mesuré en ml divisé par π donne la hauteur d'eau en dixième de mm.

Ces pluviographes sont placés chez des agriculteurs qui, bénévolement, relèvent tous les matins les hauteurs de précipitations et remplissent des bordereaux de relevés. Ces fiches sont récupérées mensuellement et exploitées. Si cela est nécessaire, on converti les volumes en hauteurs, on enregistre les lacunes et les cumuls.

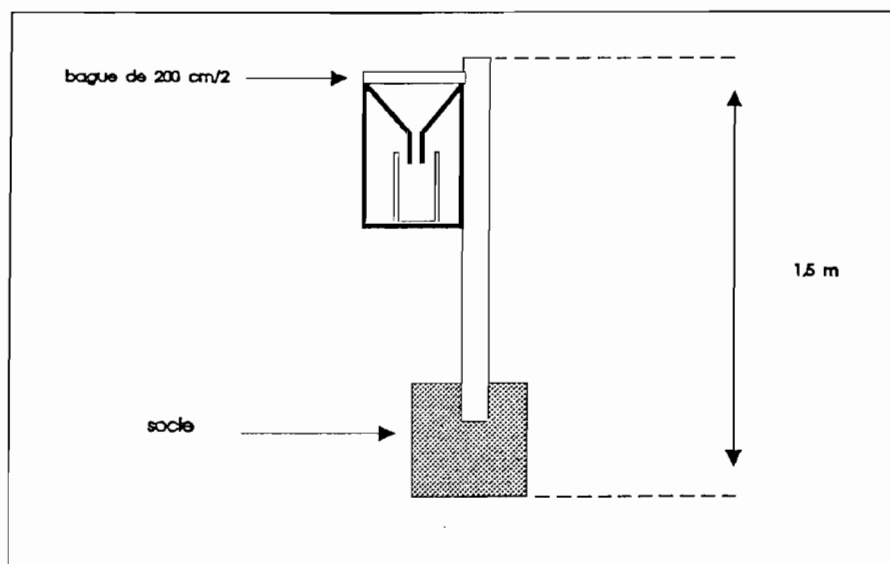


Figure n° 3 : Pluviomètre Tamaya

-b- Les pluviographes

Dix pluviographes sont actuellement en fonctionnement sur le bassin du Potiribu dont 5 sur celui de Turcato. La variété des appareils utilisés est ici plus importante.

-IH électrique-

C'est un pluviographe de fabrication brésilienne. Il comprend une bague de 1000 cm², un système à augets basculeurs et un système d'enregistrement sur papier entraîné par horloge. Chaque basculement d'auget (soit 20 cl ou 0,2 mm pour une bague de 1000 cm²) provoque le déplacement d'une mine feutre. Celle-ci, entraînée par une vis-sans-fin peut se déplacer dans les deux sens et ainsi l'enregistrement n'est pas limité par la largeur du papier. Son autonomie est théoriquement de six mois mais limitée à 60 jours en pratique en raison de la taille des rouleaux d'enregistrements. La vitesse d'entraînement du papier est de 10 mm/h.

Il n'existe qu'un seul exemplaire de cet appareil sur le bassin.

-SIAP-

Ce pluviographe est de fabrication italienne et possède les mêmes caractéristiques que le précédent. Il s' distingue toutefois par le fait qu'il est entièrement mécanique (horloge et entraînement de la plume) et qu'il dispose d'un système de récupération de l'eau permettant la vérification des données enregistrées ou de palier à une éventuelle défaillance. Son autonomie n'est que de 1 mois. On dispose de deux pluviographes de ce type.

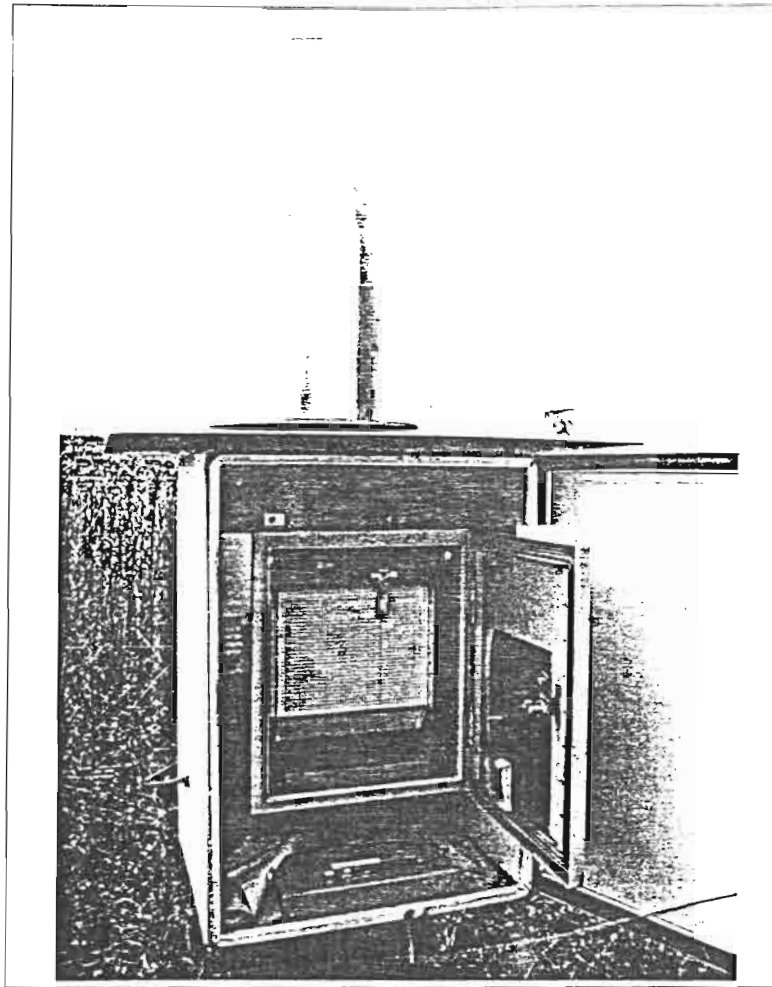


Figure n°4 : Pluviographe IH électrique

-Lambrecht-

C'est un appareil à siphon de fabrication allemande. L'eau de pluie captée par une bague de 200 cm² est acheminée dans un cylindre à siphon. Le remplissage de celui-ci, provoque le déplacement d'un piston et d'une tige sur laquelle est fixée la plume. Le siphon est amorcé quant le cylindre est plein soit 200 cl d'eau ou 10 mm de pluie. Après la vidange, la plume a repris sa position initiale et l'enregistrement peut se poursuivre en continu. L'autonomie de papier est de 60 jours, celle de l'horloge de 1 mois. Deux de ces pluviographes sont actuellement en service sur le bassin de Turcato.

-IH siphon pesée

Appareils de fabrication brésilienne, équipés d'une bague de 200 cm². Ici, un réservoir se déplace sous l'effet du poids de l'eau qu'il contient et entraîne la plume. Lorsqu'il est plein, la vidange s'opère par siphonnage et l'appareil bascule et reprend sa place initiale. La feuille d'enregistrement est fixée sur cylindre en rotation sur lui-même et commandé par une horlogerie. Il existe 5 de ces pluviographes dont 2 sont à enregistrement quotidien (la feuille graphique est changée tous les jours) et 3 à enregistrement hebdomadaire.

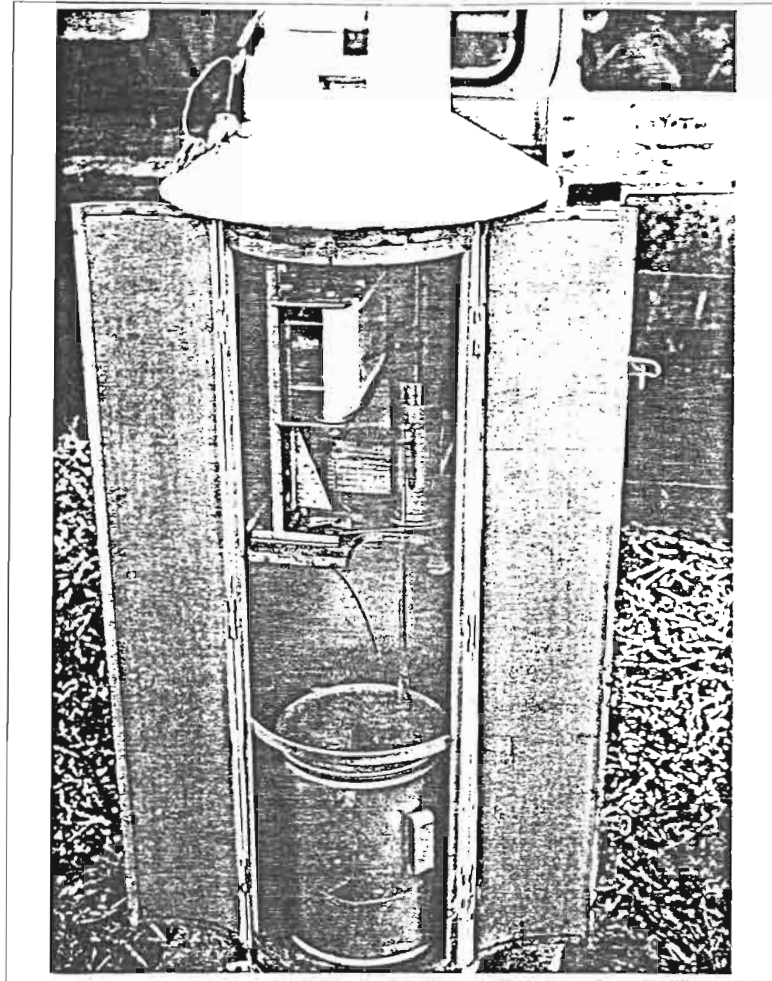


Figure n° 5 : Pluviographe Lambrecht à siphon

-c- Les limnigraphes

Ce sont des limnigraphes à flotteur et enregistrement en continu. L'autonomie de l'horloge est d'un mois. Grâce à un axe de plume à vis-sans-fin fonctionnant dans les deux sens, ils peuvent enregistrer des crues de grande ampleur sans être limités par la largeur du papier utilisé. Trois de ces appareils sont actuellement en fonctionnement, 2 avec un coefficient de réduction de 1/10 (Turcato et Donato), un avec un coefficient de 1/5 à Anfiteatro. Ce sont des limnigraphes de conception brésilienne de marque IH.

Description des stations de mesures hydrométriques

- Anfiteatro

Les eaux de ruissellement sont amenées par un talus de bord de route en tête d'une buse qui alimente un canal bétonné rectangulaire d'un mètre de largeur. Ce canal est équipé d'une échelle, d'une passerelle pour les jaugeages au micro-moulinet et de deux prises d'eau. La première alimente le limnigraphe, la seconde est reliée à un réservoir utilisé pour connaître la charge solide moyenne au cours d'une crue.

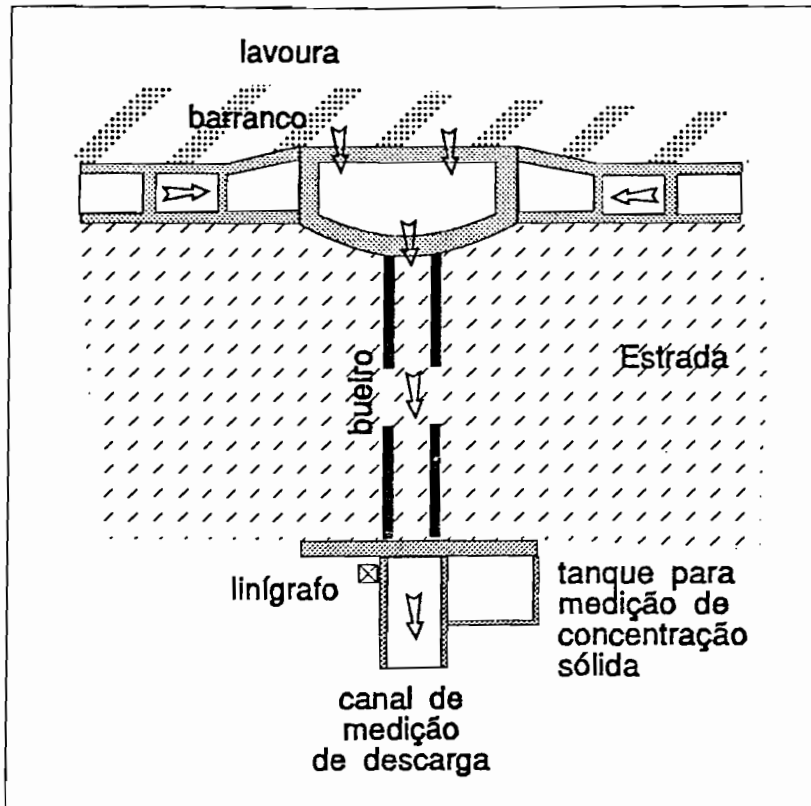


Figure n° 6 : Schéma de la station d'Anfiteatro

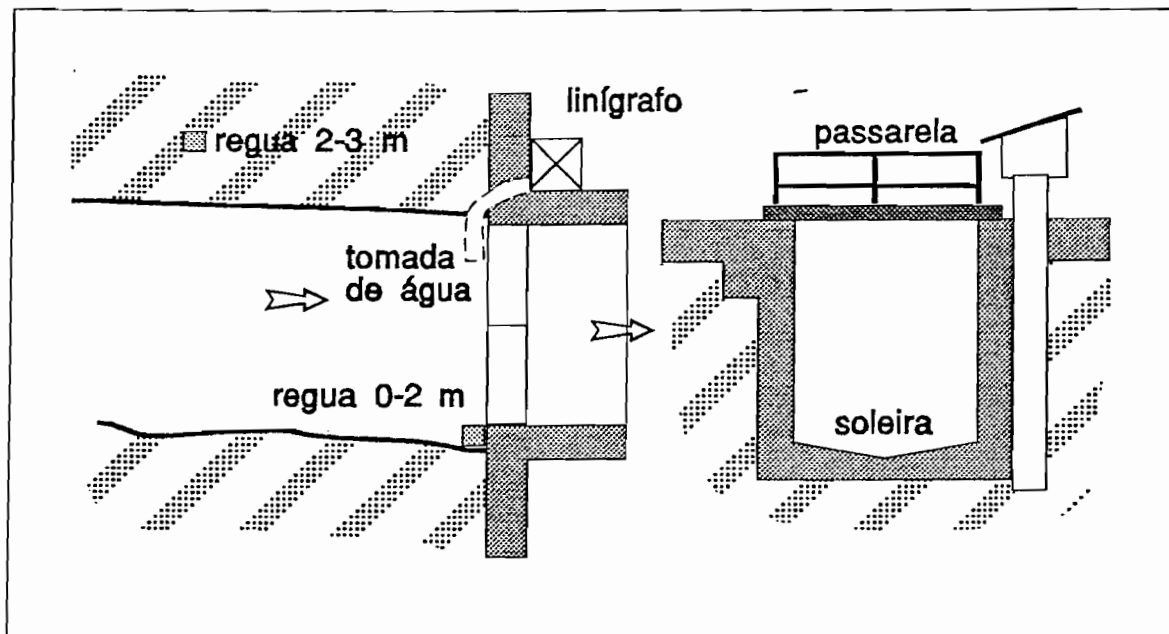


Figure n° 7 : Schéma d'installation de la station de Donato

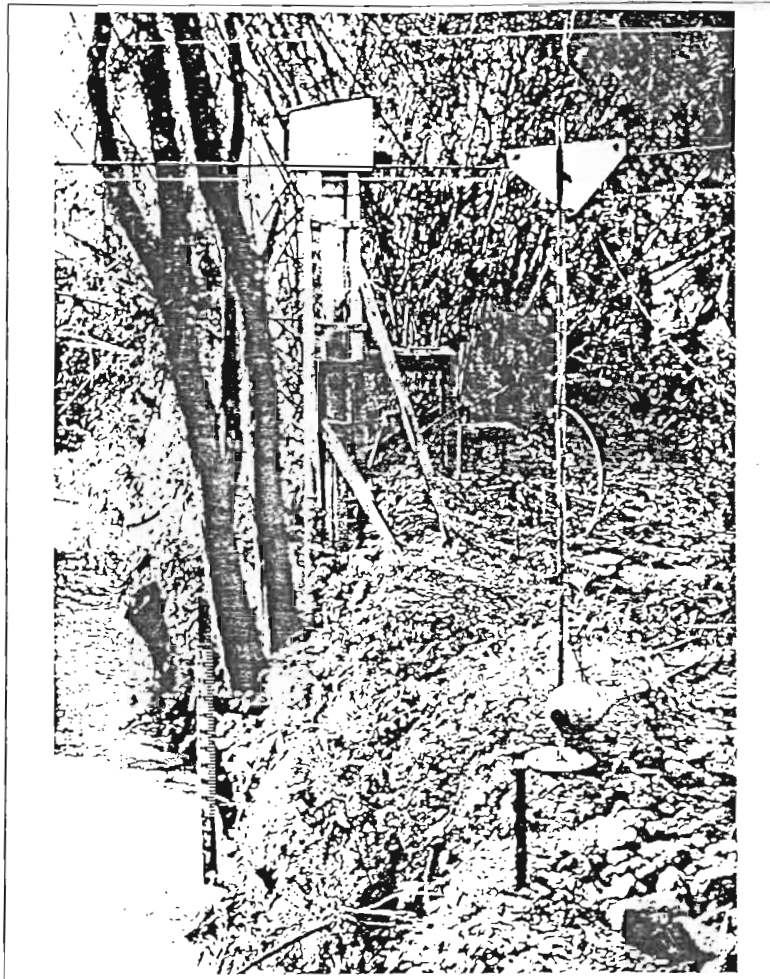


Figure n°8 : Station hydrométrique de Turcato

- Donato

Cette station est située à l'aval de la précédente sur un ruisseau permanent. Afin de palier aux inconvénients liés à l'érosion (modification du profil topographique par effondrement ou creusement des berges, envasement ou creusement du fond), la section de jaugeage a été équipée d'un seuil bétonné. Cette station est aussi munie d'une échelle, d'un limnigraphe et d'une passerelle.

- Turcato

Elle aussi en aval de la précédente, cette station, outre le limnigraphe et l'échelle est équipé d'un téléphérique pour les jaugeages au saumon. Le système est composé d'un câble porteur, et de deux treuils pour manoeuvrer le saumon dans le plan horizontal et le plan vertical.

.III. Travaux de stage

Ce stage fut résolument orienté vers le travail de terrain puisqu' en effet, sur les neuf semaines de sa durée je suis resté six semaines à Pejuçara, véritable "camp de base " du projet. L'axe principale fut l'hydrométrie (mesures de débit en vue de l'étalonnage des stations) mais toutes sortes de travaux annexes et néanmoins importants furent accomplis. Le stage s'insérait dans la campagne intensive de mesures du projet Potiribu. Durant

les sept semaines que durèrent cette campagne d'hiver une équipe était en permanence sur le terrain. Elle se composait d'un technicien hydrologue et d'un aide technicien. Trois jours par semaine elle était complétée par Pierre Chevallier, responsable scientifique du projet, accompagné d'un étudiant de l'IPH qui venait ainsi compléter son enseignement théorique. Nilza Castro, une étudiante en doctorat travaillant plus particulièrement sur les problèmes d'érosion, s'occupait de la partie mesures de l'érosion et des dépôts.

- le réaménagement des stations

Si l'on s'en tient à la chronologie, la première opération, fut de réactiver les stations hydrométriques qui avaient été endommagées par la crue exceptionnelle dont il a été fait mention plus haut. Sur les six limnigraphes que comptait le bassin du Rio Potiribu, trois ont été remis en service pour le moment à savoir, ceux d'Anfiteatro, de Donato et de Turcato. La réactivation des autres postes a du être remise à plus tard pour des raisons de marge de disponibilité financière.

Turcato

Cette station était peu endommagée. On a toutefois réalisé un profil topographique en travers afin de vérifier si la section de jaugeage avait été ou non modifiée par la crue du mois de mai. On a aussi vérifié le bon positionnement des trois tronçons de règles graduées formant l'échelle de cette station. Les câbles de manipulation du saumon ainsi que celui-ci ont été remis en place. Il a été procédé à la réparation et au renfort des supports de treuils ainsi qu'à la reconstruction de l'abri protégeant de la pluie, les manipulateurs des treuils.

Donato

Les dommages étaient ici plus importants. En effet, le du ruisseau circule ici dans une "gorge" étroite et encaissée (2 m de profondeur approximativement) et les forts écoulements de la crue de juin avaient rapidement provoqué le débordement de celui-ci. Une forte érosion avait emporté une partie des berges notamment à l'aval du seuil bétonné, obstacle "en dur" que l'eau avait contourné en emportant beaucoup de matériau. Il a donc fallu, par l'apport de matériau extérieurs, combler les parties emportées afin de consolider le seuil et de redonner à la station un aspect proche de celui qu'elle avait précédemment. Un nouveau profil topographique a été entrepris ainsi que la réparation de la prise d'eau du limnigraphe qui était totalement colmatée. L'échelle a été réinstallée et un abri a été reconstruit.

Anfiteatro

Cette station a été modifiée et complétée. Le limnigraphe qui se situait en amont du canal, au point de réception des eaux de ruissellement a été déplacé et installé à côté du canal. On a donc dû creuser une prise d'eau dans le fond du canal, installer le limnigraphe et apposer une échelle à même le fond et le bord de celui-ci. Un abri de protection a été réaménagé. La cuve de collecte partiel de l'écoulement pour évaluer les débits solides moyens a été remise en place, nettoyée.

Les jaugeages

Station de Turcato

18 jaugeages dont 3 à la suite d'un événement pluvieux

09 juillet : Premier jaugeage après la remise en route de la station. Il a été réalisé au moulinet en raison de la cote relativement basse.

14 juillet : Jaugeage au saumon à la suite d'une faible pluie. Trois mesures seulement car la crue était faible et la cote constante.

18 juillet : Une mesure après une pluie très faible n'ayant pratiquement pas entraîné d'écoulement.

19 juillet : 2 jaugeages pour familiariser la nouvelle équipe de techniciens avec l'emploi du téléférique et prélever des échantillons d'eau pour les mesures de charge solide.

24 juillet : Un jaugeage réalisé par une élève de l'IPH.

- 02 août : Un jaugeage pour la nouvelle équipe de technicien ne connaissant pas le système du téléférique.
- 08 août : Huit mesures entre 07h20 et 13h00 à la suite d'une grosse pluie. Le plus bel événement de la campagne.
- 13 août : Un jaugeage au saumon par un élève de l'IPH.
- 15 août : Un jaugeage au moulinet par ce même élève.
- 20 août : Un jaugeage par un autre élève de l'IPH.

Les jaugeages au saumon sur cette station nécessite la présence de trois personnes. Deux personnes pour la manipulation des deux treuils et une troisième pour permettre d'observer la position du saumon par rapport à la surface. En effet les deux treuils doivent être manipulés de concert pour le déplacement du saumon dans les deux plans de l'espace mais seul un de ces treuils possède un compteur centimétrique. Afin de pouvoir mesurer la profondeur d'une verticale et/ou la distance d'une verticale à une autre, la surface est choisie comme point de référence. Celle-ci étant invisible depuis le point de manipulation des cables, les manipulateurs doivent être guidés par l'observateur. Le système est plus simple qu'il n'y paraît à la suite de cet énoncé et fonctionne parfaitement bien. La distance entre chaque verticale est choisie en fonction de la stabilité de la cote et lors d'une crue, on essaie d'observer l'événement le plus longtemps possible c'est à dire jusqu'à ce que la cote ne varie plus.

Station de Donato

4 jaugeages dont un seul à la suite d'une pluie

18 juillet : Pluie faible. L'écoulement était peu différent de celui du niveau de base et une seule mesure a été effectuée.

24 juillet : Jaugeage de routine.

15 août : Mesure réalisée par un étudiant de l'IPH.

20 août : Jaugeage par un étudiant de l'IPH.

Cette station est assez particulière car elle ne répond pratiquement pas aux petites pluies alors que par contre, la cote varie très rapidement lors des événements plus importants. Il en résulte, comme on peut le voir sur la courbe de tarage, une certaine imprécision pour les mesures où la cote est élevée car les mesures se font sur un nombre de points plus faibles afin de gagner en rapidité. Il en résulte aussi que pour tous les événements auxquels nous avons assisté (relativement faible et peu nombreux dans l'ensemble), cette station a été "délaissée" au profit des deux autres, notamment Anfiteatro pour laquelle nous n'avions aucune mesure.

Station d'Anfiteatro

13 jaugeages tous au cours d'un événement pluvieux.

08 août : 4 jaugeages au micro-moulinet. Ce sont des valeurs moyennes calculées à partir d'une cinquantaine de mesures. Ces jaugeages sont peu précis car ils ont été réalisés sur une seule verticale et sur un seul point.

10 août : 9 jaugeages réalisés à différentes cotes

La difficulté des jaugeages sur cette station réside dans l'utilisation du micro-moulinet dans un canal où l'écoulement est rapide mais la profondeur assez faible. Dans ce canal à fond triangulaire, l'écoulement, sur les événements enregistrés, était étroit (35 cm A peu près) et peu profond (5,5 cm maximum au point le plus profond) et ne permettait donc pas d'utiliser de nombreux points de mesures. On perd donc beaucoup en précision.

Mesures de l'érosion et des dépôts

L'aspect érosion et transport solide, est une composante importante du projet. Sur le terrain, elle se traduit par le prélèvement systématique d'échantillons d'eau lors des jaugeages. Ces prélèvements sont réalisés manuellement et en un seul point sur les stations où l'écoulement n'est pas très large. A Turcato en revanche ils sont effectués en différents points de la section et à différentes profondeurs grâce à une perche fixée sur le saumon et sur lequel on peut disposer les flacons de prélèvements. Ces échantillons sont ensuite traités à l'université d'Ijuí ou de Porto Alegre afin de déterminer la concentration en éléments solides en suspension.

Toujours dans cette optique d'observation des phénomènes d'érosion, un relevé topographique de la grande *voçoroca* de Donato a été fait. Le terme de *voçorocas* désigne les profondes ravines creusées par les écoulements concentrés et qui sont une caractéristique du type d'érosion que l'on observe dans cette région. Le volume de terre

emporté depuis le dernier relevé n'a pas encore été calculé mais il permettra d'évaluer l'ampleur de l'action de la grande crue du mois de mai.

Dans les zones où la pente devient faible ou nulle, on assiste à un phénomène de dépôt des particules en suspension. On a réalisé sur deux de ces grandes zones de dépôt (bassin de Donato et bassin d'Anfiteatro) une évaluation du volume de ces dépôts. Une vingtaine d'échantillons ont été prélevés en différents points des dépôts et traités à l'université d'Ijuí pour évaluer la densité apparente nécessaire au calcul du volume total du dépôt.

Sur le petit bassin d'Anfiteatro, ont été installées deux parcelles de 1 m² sur lesquelles on mesure la production d'écoulement et d'érosion à une échelle très fine. Les eaux chargées sont recueillies par le moyen d'une gouttière et d'une canalisation dans un jerrican de 45 l après chaque pluie. Des échantillons de l'eau collectée sont prélevés et analysés comme précédemment.



Figure n°9 : microparcelle de 1 m² pour la mesure de l'écoulement et de l'érosion

La gestion du réseau des appareils

Le nombre des instruments installés est assez important. On comptait lors de cette campagne de mesure, huit pluviomètres, dix pluviographes et trois limnigraphes. Tous ces appareils fonctionnent en continu et il est très important qu'il soit en état de marche quand surviendra un événement pluvieux. Une attention toute particulière est donc portée à leur entretien et aux vérifications. Régulièrement, l'ensemble du parc est vérifié et contrôlé. On note alors sur les feuilles d'enregistrement la date et l'heure de passage afin de pouvoir recalibrer le temps lors du dépouillement, la précision des horloges n'est pas parfaite, on répare, change le papier et nettoie les appareils quand cela est nécessaire. L'ensemble des enregistrements est traité ensuite à Porto Alegre à l'aide des logiciels Hydrom et Pluviom de l'ORSTOM.

Travaux annexes

-a- Cartographie de Pejuçara

La ville de Pejuçara (4000 habitants environ dont 2500 dans l'agglomération principale) est située sur le bassin versant de Turcato dont elle occupe approximativement 15% de la superficie. Perchée sur un relief, elle contribue d'une façon non négligeable au apport d'eau par ruissellement lors des événements pluvieux. Il a été entrepris un relevé complet de la ville afin de déterminer le degré d'urbanisation et donc d'imperméabilisation des sols. Le réseau d'évacuation de eaux de pluies a été repéré ainsi que les différentes zones de drainage.

-b- Relevés topographiques

Un relevé topographique de toutes les sections de jaugeage a été réalisé afin d'enregistrer les modifications causées par la grande crue du mois de mai et d'évaluer le débit maximum de celle-ci. On a pu ainsi estimer qu'à la station de l'usine d'Andorhinas le débit maximum avait été de 730 m³/s. La hauteur maximale à l'échelle enregistrée au cours d'un jaugeage était de 53 cm, elle était supérieure à 5 mètres lors de cette fameuse crue.

.IV. Bilan

L'hydrologie de terrain est une école de patience quand la pluie ne respecte pas vos dates de stage. Mais les quelques événements pluvieux qui ont eu lieu et les différents types de stations hydrométriques m'ont permis de me familiariser avec les diverses techniques et outils de l'hydrométrie puisque j'ai pratiqué des jaugeages au moulinet et au micro-moulinet et que j'ai pu découvrir l'utilisation du saumon et du jaugeage au téléférique.

La remise en état des stations m'a permis d'aborder les éléments techniques et problèmes qui se posent lors de la construction de celles-ci. En effet, je n'ai pas participé à la construction, au sens strict, d'une station puisqu'ici la recherche et le choix des emplacements avaient déjà été fait et que la majorité des éléments étaient en place mais certaines parties de cette élaboration ont été complètement revues comme le calcul du profil en travers de la section de jaugeage, le réglage des échelles et l'installation du limnigraphe dans le cas d'Anfiteatro.

J'ai pu aussi, connaître et me familiariser avec l'utilisation d'une grande gamme d'appareils différents, notamment les pluviogaphes et enfin, prendre toute la mesure de l'importance d'une bonne gestion et d'un bon entretien d'un réseau d'appareils de mesures. En effet, la fiabilité d'un instrument, aussi bonne soit elle, n'est jamais garantie à 100% et j'ai pu me rendre compte que des visites fréquentes étaient nécessaires si l'on voulait avoir un réseau en parfait état de marche. Il n'y a rien de plus frustrant, je pense, que de s'apercevoir après coup qu'un événement n'a pas été enregistré à cause de la défaillance de tel ou tel appareil.

En définitif, je pense que ce stage, par la diversité des éléments techniques abordés a été très bénéfique. En tout cas, l'ensemble des travaux auxquels j'ai participé m'ont beaucoup intéressé et je suis très heureux d'avoir pu, dans ma modeste part, collaborer au projet Potiribu.

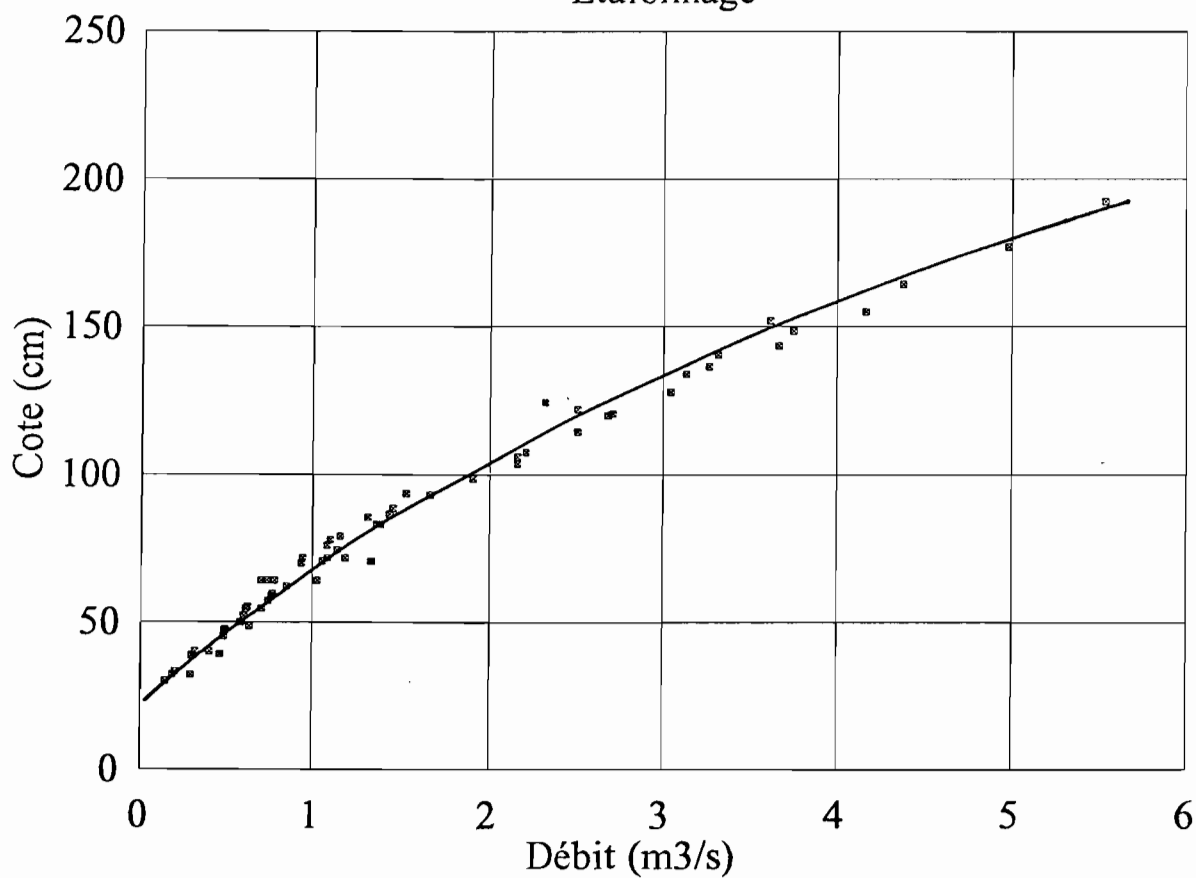
Je me dois donc de remercier toutes les personnes par qui cela a été possible et celles avec lesquelles j'ai travaillé : Pierre Chevallier de l'ORSTOM qui m'a proposé ce stage, m'a encadré, accueilli et hébergé a Porto Alegre.

Marc Bordas de l'IPH, qui a bien voulu recevoir un stagiaire sur le projet dont il a la responsabilité.

Les techniciens et les étudiants de l'IPH qui m'ont accueilli très gentiment et fait profiter de leur expérience du terrain : Augustin, César, Nilza, Pedrinho, Raupp et Xicão.

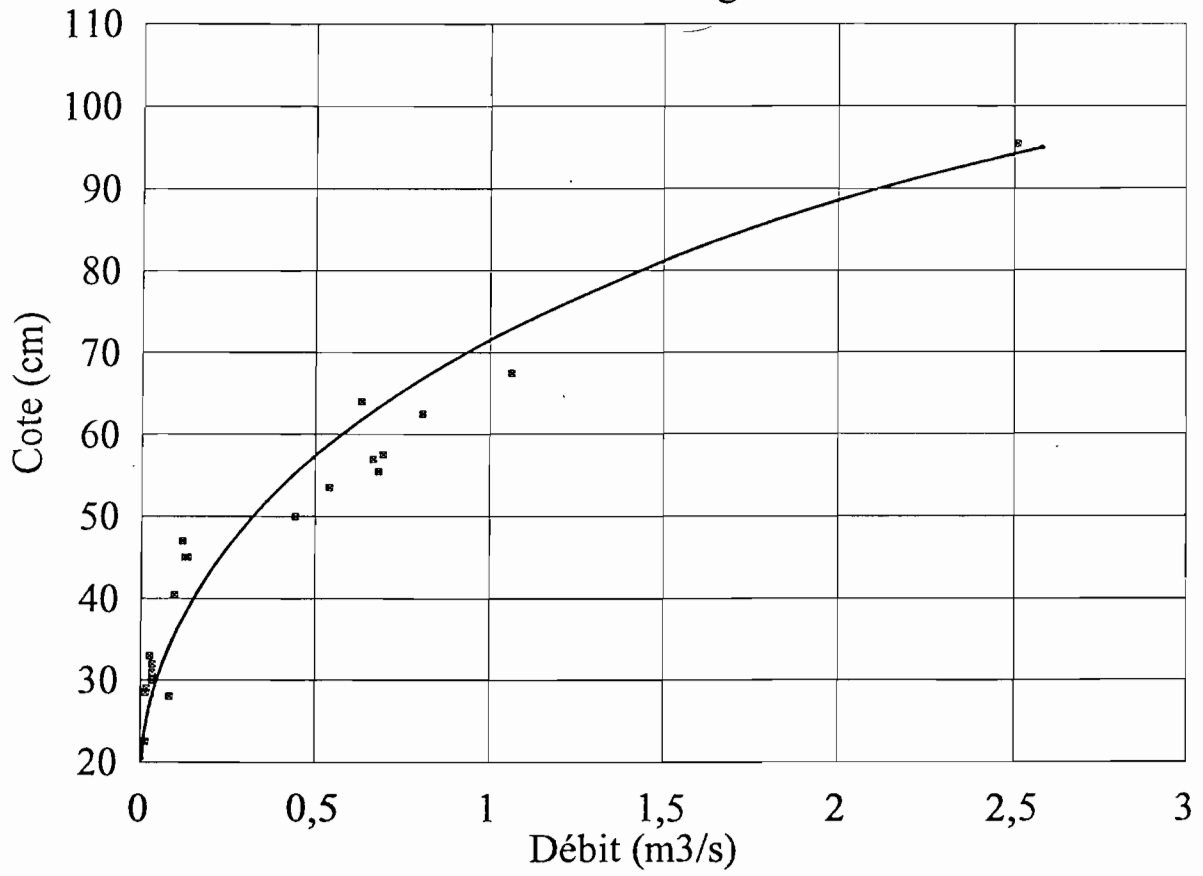
Annexe : courbes d'étalonnage des stations de Turcato, Donato et Anfiteatro

Arroio Turcato
Etalonnage



Arroio Donato

Etalonnage



Boeiro do Anfiteatro

Etalonnage

