

**Com :**  
**Séminaire " Agua y Campesino "**  
**Centre International de Coopération pour le**  
**Développement Agricole**  
**CICDA, Cuenca (Equateur), 17/06/89.**

# **IRRIGATION TRADITIONNELLE DANS LES ANDES ANALYSE ET DIAGNOSTIC**

par P. LE GOULVEN \*, T. RUF \*\*, H. RIBADENEIRA \*\*\*

Cuenca, juin 1989

FICHE-RÉSUMÉ 1	L'eau et son importance
FICHE-RÉSUMÉ 2	Histoire de l'irrigation andine
FICHE-RÉSUMÉ 3	Intervention de l'État
FICHE-RÉSUMÉ 4	Projet ORSTOM-INERHI (Plan National d'Irrigation)
FICHE-RÉSUMÉ 5	La ZARI comme unité d'étude
FICHE-RÉSUMÉ 6	Inventaire de l'irrigation
FICHE-RÉSUMÉ 7	Études pluridisciplinaires sur l'irrigation
FICHE-RÉSUMÉ 8	Base de données sur l'irrigation
FICHE-RÉSUMÉ 9	Problèmes de l'irrigation
FICHE-RÉSUMÉ 10	Conclusions

\* hydrologue ORSTOM, Mission ORSTOM, CP 17-11-06596, Quito, Equateur.

\*\* agro-économiste ORSTOM, Mission ORSTOM, CP 17-11-06596, Quito, Equateur.

\*\*\* Ingénieur civil EPN, INERHI, 532 Juan Larréa y Rio Frío, Quito, Equateur.



## FICHE N° 1

# L'EAU ET SON IMPORTANCE

### L'EAU ET LE PAYSAN

L'eau est un élément essentiel pour la vie de l'homme et pour le développement de ses activités. À travers son utilisation, on peut satisfaire un besoin, obtenir un profit ou produire des biens. Rien qui représente de la vie sur la planète ne peut être conçu sans cette ressource précieuse. C'est ainsi que les origines de notre civilisation se situent dans quatre grands bassins hydrographiques, ceux des fleuves Jaune, Nil, Indus et Euphrate.

### CARACTÉRISTIQUES DE L'EAU

L'eau qui coule possède quelques caractéristiques d'intérêt pour son utilisation :

- la « quantité », c'est-à-dire le volume disponible en une unité de temps, connu comme débit ;
- la « situation » dans l'espace et le temps ;
- la « cote », comprise comme une situation en hauteur ;
- la « qualité ».

Mais avant tout, l'eau est une ressource peu abondante, malgré sa large disponibilité totale, car elle n'est pas toujours présente à l'endroit, au moment ou durant la période requis.

### UTILISATIONS DE L'EAU

En fonction de leur importance, les utilisations de l'eau peuvent être classées en :

- civile ou potable
- pour l'irrigation
- industrielle
- énergétique
- pour la navigation
- pour la pêche
- pour la récréation

Les utilisations modifient une ou plusieurs caractéristiques de l'eau. L'usage hydroélectrique, par exemple, est lié à la perte de hauteur et l'usage industriel implique une perte quantitative et parfois qualitative due à des processus de refroidissement.

L'irrigation est l'usage de consommation qui demande la plus grande quantité d'eau puisqu'il devient partie intégrante des cultures et retourne à l'atmosphère sous forme évaporée.

### DISPONIBILITÉS DE L'EAU

Du volume total d'eau existant sur la planète sous toutes les formes, estimé à 1 360 millions de km<sup>3</sup> et couvrant 70 % de la surface de la terre, seulement 0,01 % (139 220 km<sup>3</sup>) correspond à de l'eau superficielle et atmosphérique, fondamentale pour le maintien de la vie sur la planète.

De ce volume d'eau fraîche (139 220 km<sup>3</sup>), 89,8 % se trouvent dans les lacs (125 050 km<sup>3</sup>), 0,9 % dans les fleuves (1 250 km<sup>3</sup>) et 9,3 % dans l'atmosphère (12 920 km<sup>3</sup>). Cependant, ces volumes ne sont pas facilement utilisables dans leur totalité. Il est calculé que seuls 14 000 km<sup>3</sup> peuvent être exploités, dont 3 000 km<sup>3</sup> sont actuellement sous le contrôle de l'homme. Le reste se trouve dans des régions inhospitalières ou son exploitation demande des investissements très importants.

De ce fait, bien qu'il existe un cycle hydrologique, les ressources en eau douce ne sont pas inépuisables et il devient indispensable de les préserver et les contrôler et, si possible, de les accroître.

À l'échelle mondiale, l'Amérique du Sud est le continent ayant la plus grande quantité de précipitations. Ses ressources en eau sont vraiment abondantes : la pluie moyenne est de 1 560 mm contre une moyenne mondiale de 970 mm. Toutefois, la distribution de cette ressource est inégale, existant des zones extrêmement arides comme les côtes du Chili et du Pérou qui ont une précipitation presque nulle, et des zones recevant des précipitations supérieures à 3 000 mm annuels comme l'Amazonie. Cette inégalité est due au fait que presque 85 % de l'eau des fleuves du continent drainent vers l'Océan Atlantique.

## **IMPORTANCE DE L'IRRIGATION**

Des recherches dans le domaine de la nutrition ont démontré l'existence, dans les pays sous-développés, d'un déficit calorique-protéique assez sévère, qui affecte principalement les enfants, par les effets irréversibles d'une alimentation déficiente sur leur développement physique et mentale ; il n'est pas moins vrai que la situation deviendra encore plus grave pour une population que aura doublé au début du XXI<sup>e</sup> siècle. Tout cela permet d'aboutir au besoin impératif d'accroître les volumes de production afin de satisfaire la demande alimentaire.

Seule l'agriculture irriguée garantira l'obtention des quantités nécessaires de produits agricoles ; d'où l'importance des aménagements hydro-agricoles, compte tenu des effets directs de l'utilisation adéquate du sol et de l'eau sur le développement de l'économie nationale.

Parmi les avantages de l'agriculture irriguée, on peut signaler les suivants :

- des volumes de production élevés et constants ;
- l'intensification de l'utilisation de la terre ;
- l'amélioration des technologies se traduisant par une plus grande efficacité économique des autres facteurs de la production ;
- l'augmentation de la productivité du travail ;
- l'accroissement des profits pour les agriculteurs ;
- le développement d'industries de traitement des produits agricoles ;
- l'obtention de devises grâce à l'exportation.

## FICHE N° 2

### HISTOIRE DE L'IRRIGATION ANDINE

#### L'IRRIGATION HISPANIQUE EN ÉQUATEUR

Existait-il des systèmes d'irrigation avant l'arrivée des colonisateurs ? À présent, il n'a pas été prouvé qu'un système traditionnel fonctionnant actuellement ait été construit avant 1590 (établissement des canaux des villages d'Urcuquí et Pimampiro, dans la province d'Imbabura), mais selon plusieurs auteurs, il existait apparemment une « Justice des Eaux » qui fut peu à peu remplacée par le Droit espagnol au XVI<sup>e</sup> siècle.

#### ÉTENDUE DES RÉSEAUX D'IRRIGATION AU XVIII<sup>e</sup> SIÈCLE

De nombreux systèmes ont été construits par décision des propriétaires des haciendas, au moyen soit de l'utilisation par la force de la main d'œuvre indigène ou noire (dans la province d'Imbabura), soit d'accords établis avec les communautés de paysans libres. Ces aménagements, parfois très importants avec des dizaines de kilomètres de canaux ou des ouvrages spéciaux comme des tunnels, étaient fragiles et exposés à la destruction par des facteurs naturels (éboulements, tremblements de terre).

#### ÉVOLUTION AU COURS DES XIX<sup>e</sup> ET XX<sup>e</sup> SIÈCLES

Les changements sociaux, démographiques et économiques ont une incidence sur la propriété de la terre et bien entendu de l'eau. D'une part, les grandes haciendas commencent à être divisées et réparties entre les héritiers qui ne s'accordent pas toujours pour partager l'eau ; ceci se résout parfois avec la construction de nouveaux systèmes d'irrigation. D'autre part, les groupes de paysans, indigènes ou métis, demandent l'accès à l'irrigation arguant de leur importante participation à l'entretien des canaux d'irrigation. Quelques individus achètent aussi des droits à l'eau sous diverses formes : temps d'utilisation d'un module dans un tour d'eau, ou d'un module continu provenant d'un partiteur latéral sur le canal principal. À ce propos, l'organisation paysanne pour partager l'eau lorsque le nombre d'usagers devient important, semble naître au cours de la deuxième moitié du XIX<sup>e</sup> siècle dans la province de Tungurahua, région de l'Équateur ayant la plus forte densité de population et disposant de systèmes d'irrigation gérés par des paysans.

Au cours du XX<sup>e</sup> siècle, la pression démographique, l'ambition de posséder des terres, les graves conflits en résultant et les changements politiques provoquent certaines réformes telles que la Réforme Agraire, la nationalisation des eaux et la création de l'INERHI dont l'action va s'appuyer sur la nouvelle « Loi des Eaux » promulguée en 1972.

## L'INTERVENTION DE L'ÉTAT

Le gouvernement prend peu à peu conscience de l'importance de l'irrigation. En 1936, l'État dicte une première Loi des Eaux afin de régler la distribution de la ressource et diminuer ainsi les nombreux conflits surgis entre les différents usagers.

La Caisse Nationale de l'Irrigation, créée en 1944, a pour objectif principal de construire et de développer des infrastructures d'irrigation, mais cette entité ne tient pas compte des aspects de planification et de gestion de l'eau.

La Loi de création de l'Institut Équatorien des Ressources Hydrauliques (INERHI) en 1966 répond à une nécessité d'élargir le champ d'action et de concentrer l'intervention de l'État dans une seule entité dont les attributions principales sont les suivantes :

- construire et exploiter des terrains d'irrigation, seule ou en collaboration avec d'autres institutions ;
- réaliser l'inventaire des ressources hydriques (conjointement avec l'INAMHI) et des besoins en eau de tout type ; élaborer le Plan National d'Irrigation ;
- traiter les demandes d'utilisation de l'eau et en maintenir un registre actualisé.

En dehors de l'INERHI, d'autres institutions interviennent également dans l'étude des ressources et des besoins en eau (INECEL, IEOS, etc.) et plusieurs entités régionales (CEDEGE, CREA, CRM, PREDESUR) ont pris à leur charge la construction et l'exploitation de terrains d'irrigation, ainsi que la définition de schémas de planification régionale.

Cependant, la dernière attribution (gestion de l'eau) correspond exclusivement à l'INERHI tel que stipulé dans la Loi des Eaux de 1972, qui attribue à toutes les ressources hydriques le caractère de biens nationaux d'usage public et charge l'INERHI de leur gestion.

Cette différenciation des fonctions a généré 2 grands types de terrains d'irrigation dans le pays :

- l'irrigation étatique pour laquelle toute l'infrastructure ou une grande partie de celle-ci a été construite par des entités publiques qui assument son entretien et prennent en charge la distribution de l'eau,
- l'irrigation privée pour laquelle les usagers doivent obtenir de l'INERHI une concession d'eau et prendre à leur charge la construction et l'entretien de l'infrastructure.

Les usagers se chargent également de la distribution et doivent créer une *junte de l'eau* lorsque plus de 5 personnes exploitent une même concession. L'INERHI n'intervient qu'en cas de conflit, surtout à travers ses agences régionales.

L'État agit ponctuellement à travers des programmes de réhabilitation et d'amélioration des infrastructures, mais intervient très peu dans le développement des périmètres.

Pour obtenir des conditions similaires, les usagers de l'irrigation étatique paient un tarif annuel 100 fois supérieur à celui pratiqué pour les usagers de l'irrigation privée.

Cette dernière est la plus importante en termes de bénéficiaires et de surface. Dans le bassin du rio Mira, 85 % de la superficie irriguée correspondent à l'irrigation privée, 5 % à l'irrigation étatique et 10 % partagent les deux systèmes. Toutefois, l'irrigation privée est encore mal connue et il n'existe pas de données sur son fonctionnement.

La plupart des endroits idéaux sont déjà équipés et la construction de nouveaux projets sera chaque fois plus coûteuse. Il est temps d'examiner si l'amélioration des terrains d'irrigation existants peut augmenter de manière significative la production agricole.

En ce sens, l'irrigation privée contient de forts potentiels de développement, est présente partout et concerne donc de nombreux agriculteurs qui ont une forte tradition d'irrigation et connaissent les améliorations à apporter à leurs systèmes.

Il est donc intéressant d'entreprendre une étude globale afin de proposer à l'État un plan d'intervention à l'échelle régionale et nationale. C'est l'objectif du projet ORSTOM-INNERHI.

#### FICHE N° 4

### PROJET ORSTOM-INERHI OBJECTIFS ET ORGANISATION

L'accord de coopération correspondant a été signé en décembre 1986 pour une période de 30 mois, entre l'INERHI et l'Institut Français de Recherche Scientifique pour le Développement en Coopération (ORSTOM), dans le but de contribuer à la formulation du Plan National d'Irrigation.

**Objectifs principaux** : établir un diagnostic sur le fonctionnement de l'irrigation privée, détecter les terrains d'irrigation dont la réhabilitation peut être intéressante, identifier les formes d'intervention et hiérarchiser les projets en fonction de la politique nationale.

L'irrigation privée est mal connue. L'inventaire permet de localiser les terrains d'irrigation, de décrire et caractériser les infrastructures et les périmètres au moyen de la photo-interprétation ainsi que sur la base de la documentation disponible, d'enquêtes et de vérifications de terrain.

Le fonctionnement de ce type d'irrigation est assez complexe. Il est donc nécessaire de l'étudier à tous les niveaux, depuis la répartition des dotations (au niveau des prises d'eau) jusqu'à l'utilisation de la ressource (au niveau des parcelles). Ceci implique également la réalisation d'analyses sur l'hydraulique agricole, l'agronomie et la socio-économie, dans le but de détecter des indicateurs de dysfonctionnement. Les études sont menées dans des zones pilotes représentatives des diverses situations rencontrées.

D'autres indicateurs (demande en eau, ressources disponibles, systèmes de production) sont obtenus à partir d'études thématiques spécifiques, tant du milieu physique que du milieu agro-socio-économique.

Tous les résultats ont été rassemblés dans une banque de données informatisée qui permet d'avoir une vision complète de la situation à trois niveaux différents : par système d'irrigation, par zones (ZARI) et par bassins hydrographiques.

Le travail correspondant au bassin du Mira est pratiquement terminé et une grande partie des résultats relatifs aux bassins du Guayllabamba et du Pastaza ont déjà été obtenus. Les études sur la province d'Azuay ont commencé.



## LA CRÉATION D'UNE UNITÉ SPATIALE D'INVENTAIRE ET D'ANALYSE DU FONCTIONNEMENT DE L'IRRIGATION

### LA ZARI : ZONE D'ANALYSE ET DE RECOMMANDATIONS POUR L'IRRIGATION

La ZARI est une unité opérationnelle de recherche et de planification conçue à partir de l'observation de plusieurs aménagements hydro-agricoles.

### LES ÉTAPES DE CONCEPTION

Le bassin unitaire est l'unité fondamentale des hydrologues : elle leur permet d'étudier les transformations pluies-débits et d'estimer la ressource eau.

En cas de modélisation d'un grand bassin hydrographique, il constitue l'unité spatiale élémentaire, la maille sur laquelle seront calculés les bilans de l'offre et de la demande en eau (voir figure n° 1).

Le premier inconvénient apparaît dans sa définition : en tant que bassin versant, ses limites sont définies par des lignes de crête observées dans les parties montagneuses, mais assez floues lorsqu'on arrive au couloir interandin ou que l'on travaille sur la *Costa*.

Additionnellement, des bassins de liaison ont été dessinés afin de relier les bassins unitaires entre eux et constituer un canevas hydrologique complet des grands bassins.

Ces unités additionnelles respectent évidemment le sens du drainage, gardent les mêmes dimensions que les bassins tracés par ORSTOM-PRONAREG et tiennent compte des stations hydrométriques existantes (voir figure n° 2).

La première idée était d'admettre une prolongation des bassins unitaires qui éliminerait les bassins de liaison. Les limites restaient cependant difficiles à établir à cause de la grande complexité des réseaux caractérisés par :

- une très forte densité de canaux et de multiples croisements (imbrication de réseaux d'irrigation) ;
- un manque d'informations fiables sur la localisation des prises, les débits qu'elles captent, les trajets des canaux, les subdivisions, etc. ;
- de très nombreux transferts entre bassins, qui rendent difficile la compréhension de leur fonctionnement.

Face à ces problèmes, il était indispensable de trouver sur le terrain une unité spatiale ayant une définition claire et sensée et des limites relativement simples.

La notion de ZARI essaie de répondre à ce besoin d'entité spatiale et de limites claires. Sa définition est la suivante :

**ZARI : unité spatiale d'organisation du prélèvement, du transport et de l'utilisation de l'eau d'irrigation**

Il s'agit donc d'une zone élémentaire dans laquelle on trouvera les prises, les canaux et les périmètres irrigués. Dans le cas de deux bassins unitaires juxtaposés, la limite correspondra le plus souvent aux rios eux-mêmes, et par conséquent, la ZARI sera formée de deux moitiés de bassins unitaires, augmentées d'une partie du bassin de liaison (voir figure n° 3).

Dans d'autres cas, la ZARI sera limitée par une grande ligne de crête et par un rio (simple demi-bassin unitaire) ; il y aura parfois une correspondance entre le bassin unitaire et la ZARI.

### CONSÉQUENCES POUR L'ANALYSE HYDROLOGIQUE

La discordance entre bassins unitaires et ZARI exigera deux trames différentes pour chaque bassin hydrographique. Cependant, comme chaque type de demande (agricole, hydroélectrique, humaine) est relié à un réseau hydrographique par la prise d'eau correspondante, il sera facile de passer de l'un à l'autre.

En revanche, les demandes potentielles devront être affectées à un bassin unitaire afin de vérifier la disponibilité d'eau et de mesurer leur impact en aval.

### UN EXEMPLE D'APPLICATION : LA ZARI D'URCUQUÍ

Située dans la province d'Imbabura et faisant partie du bassin hydrographique du rio Mira, la ZARI d'Urcuquí a été choisie comme terrain représentatif.

C'est tout d'abord le bassin unitaire du rio Pingunchuela qui avait été retenu, mais ce choix péchait par le fait que les plus gros périmètres s'alimentaient sur le bassin voisin.

En décalant la zone d'étude et en prenant comme nouvelles limites les gorges de fond de vallée, on obtient un ensemble homogène par rapport aux aménagements, comme le montre le schéma de la figure n° 5.

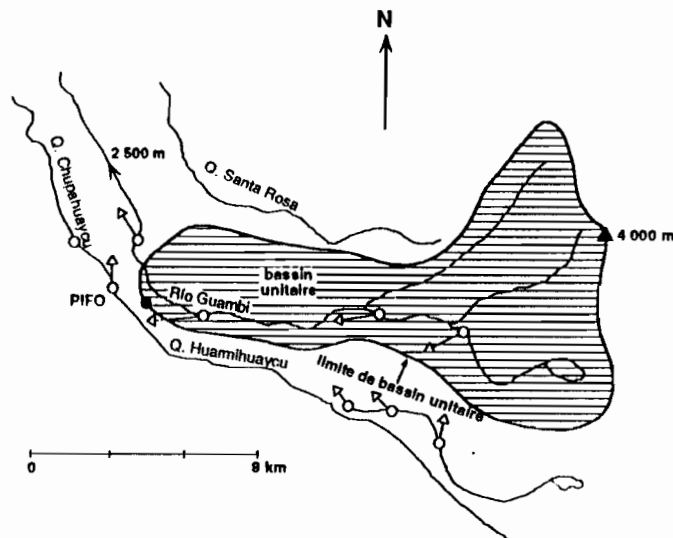
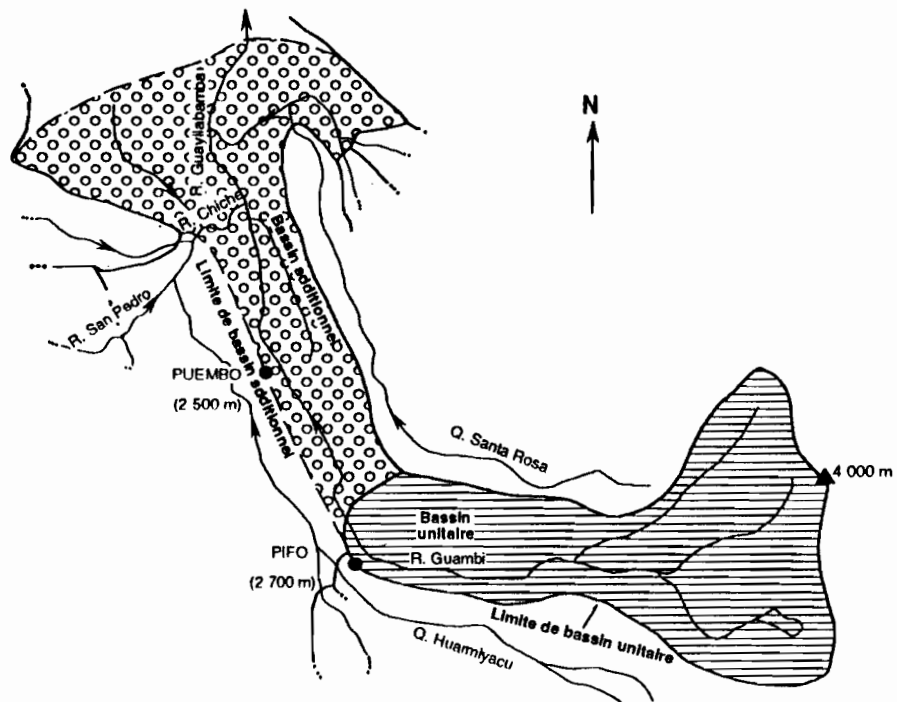
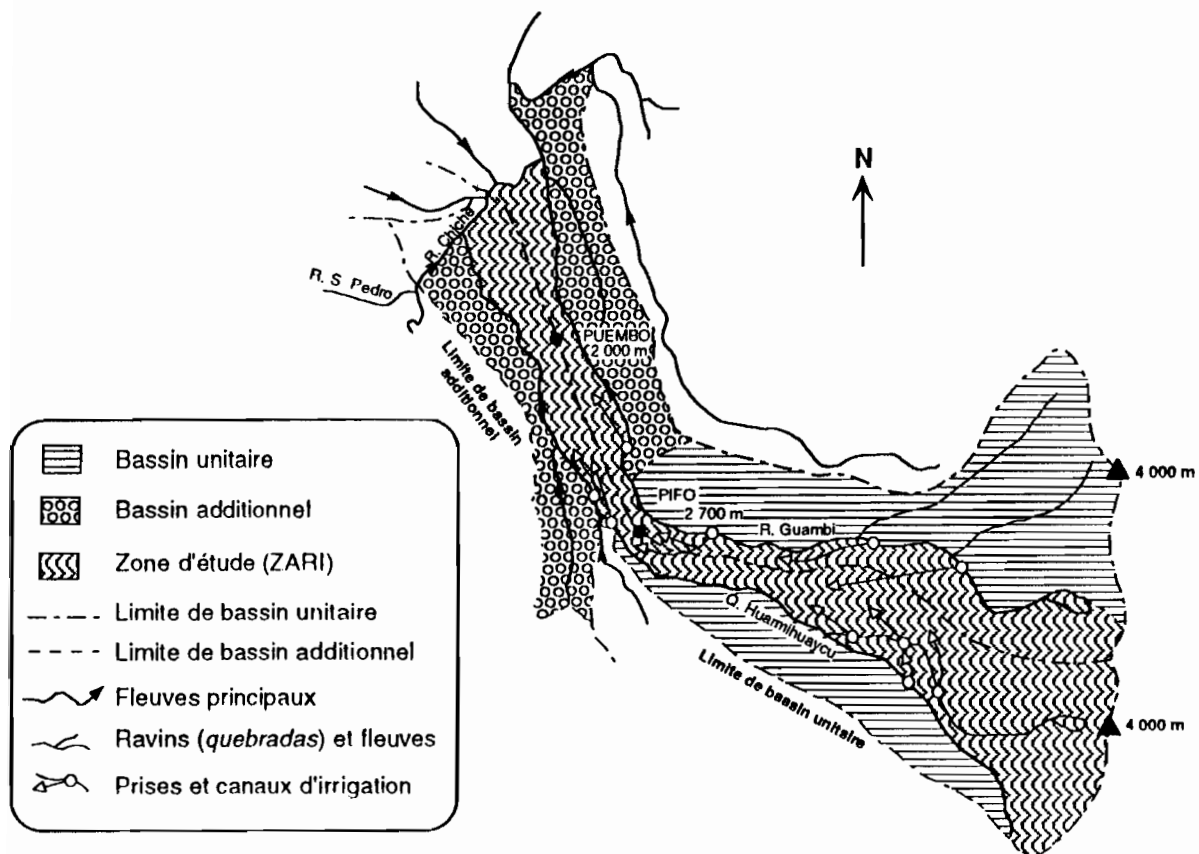


Figure 1  
Exemple de bassin unitaire, rio Guambi (30 km à l'est de Quito)



**Figure 2**  
**Exemple de bassin de liaison en aval du bassin unitaire du rio Guambi**



**Figure 3**  
**Exemple de ZARI: la ZARI de Puenbo-Pifo qui dépend**  
**en partie du bassin unitaire du rio Guambi**

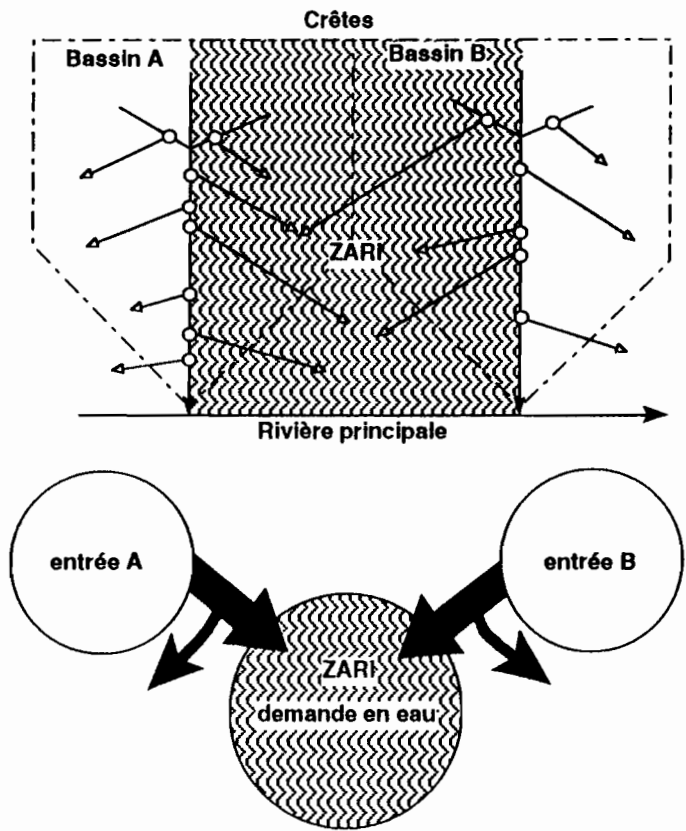


Figure 4  
Théorie des relations entre bassins et ZAR

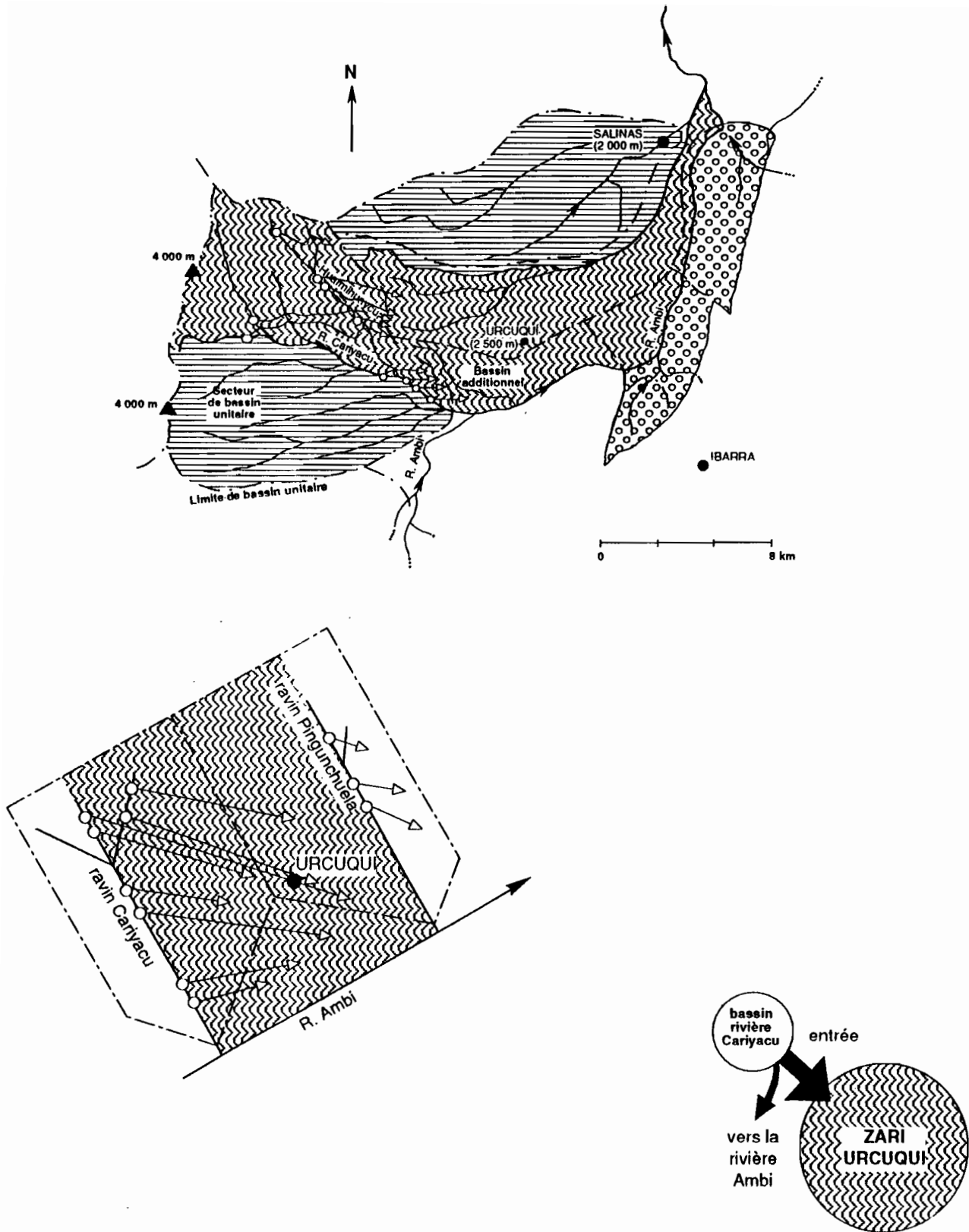


Figure 5  
La ZARI d'Urcuquí (province d'Imbabura, 30 km au nord de Quito)

## LOCALISATION ET ORGANISATION DE L'IRRIGATION PRIVÉE

Cette opération constitue la base de toute planification ultérieure et permet de généraliser les résultats obtenus dans les zones pilotes. Son objectif est de localiser, de délimiter et de décrire l'ensemble des systèmes d'irrigation du pays ainsi que d'en effectuer une première caractérisation centrée sur l'irrigation privée.

Elle utilise donc toute l'information générale rassemblée par l'INERHI, ainsi que les rapports techniques élaborés par chacune des agences afin d'attribuer et de renouveler des concessions ou pour résoudre les différents conflits.

Les données précédentes sont complétées par photo-interprétation afin de délimiter avec précision les périmètres irrigués et de déterminer leurs principales caractéristiques (découpage en parcelles, pente, types de sols, etc.), en utilisant également les résultats publiés par ORSTOM-PRONAREG.

Des vérifications de terrain permettent d'actualiser les résultats obtenus à partir des photographies aériennes et de résoudre les incohérences.

Des enquêtes sur chaque périmètre détecté complètent les données sur la propriété de la terre, l'utilisation de l'eau au niveau de la parcelle et les problèmes existants.

Toute l'information précédente est codifiée (voir fiche suivante) pour être saisie dans une base de données facilement actualisables et faciliter ainsi les études de réhabilitation. La description et la caractérisation sont effectuées au niveau du système d'irrigation (infrastructure et périmètres interdépendants).

Le matériel informatique dont dispose l'INERHI (micro-ordinateur et logiciel D Base III Plus) est suffisant pour permettre aux agences d'alimenter et d'actualiser cette base de données.

## SCHÉMATISATION ET CODIFICATION DES INFRASTRUCTURES ET DES PÉRIMÈTRES

### Types de canaux

- AP canal d'apport
- RD tronçon de distribution, toujours situé à l'extrême
- AC infrastructure simple (un seul tronçon)
- CA canal simple (tous les types autres que AP, RD, AC)

### Types de nœuds

- \* au début d'un canal : BC (prises d'eau)
- \* à la fin d'un canal : PF (périmètre final)
- \* entre deux canaux
  - les nœuds simples
  - NU nœud de liaison
  - ND nœud de division
  - NM nœud mixte (liaison et division)

- les nœuds périmètres
  - PE périmètre avec un canal
  - PD périmètres avec un nœud de division
  - PU périmètre avec un nœud de liaison
  - PM périmètre avec un nœud mixte

### Caractérisation des canaux

AP: BC —————> NU, ND, NM  
   PU, PD, PM, PE

RD: PD, PU, PM, PE —————> PF  
       ND, NU, NM

CA: NU, ND, NM —————> NU, ND, NM  
       PE, PU, PD                   PE, PU, PD  
   PM

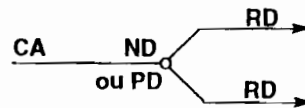
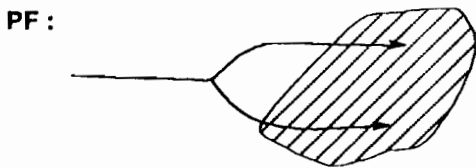
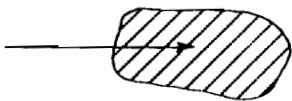
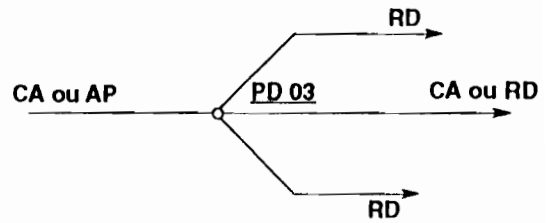
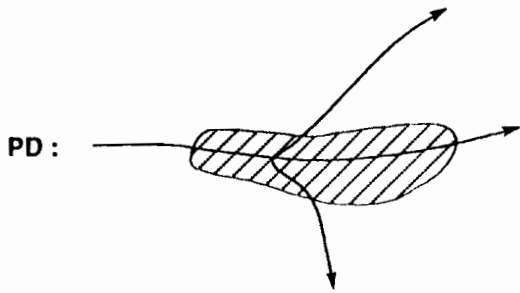
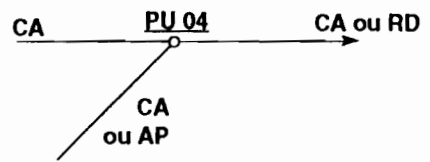
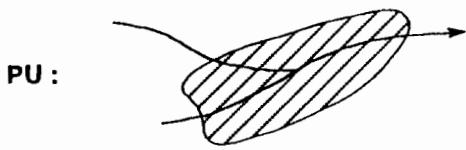
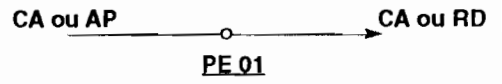
-----

AC: BC —————> PF

### NOTA

- Tous les canaux, nœuds et périmètres reçoivent deux chiffres, de 01 à 99. Les périmètres sont classés par ZARI et non par système.
- Les prises ont des codes provisoires du même type (deux chiffres) et recevront leurs codes définitifs ultérieurement.
- Tous les PF, PE, PU, PD et PM qui représentent le même périmètre, ont la même identification numérique sur la carte. Un périmètre peut donc être représenté sur la carte par plusieurs PF et un seul nœud (PE, PD, PU ou PM).
- Il existe également un type spécial de périmètre : PP, périmètre potentiellement irrigable, qui sera utilisé plus tard.





## FICHE N° 7

# TRAVAUX ET ACTIONS PLURIDISCIPLINAIRES SUR L'AGRICULTURE DE TERRAINS REPRÉSENTATIFS DE L'IRRIGATION ÉQUATORIENNE

### OBJECTIFS

Cette recherche sur des cas réels permettra aller au-delà de la seule description et d'évaluer les périmètres favorables aussi bien que les défavorables pour la valorisation agricole de l'eau, à savoir : le climat, l'infrastructure, le consensus social pour gérer de façon équitable la ressource eau, l'histoire socio-économique et agricole, la géomorphologie, le comportement hydrique des sols, les conditions de reproduction de l'écosystème cultivé et transformé par des améliorations hydro-agricoles.

En vue d'organiser ce travail pluridisciplinaire visant à l'établissement de diagnostics les plus complets possibles, cette opération a été divisée non pas par disciplines mais par niveaux de travail.

### 1. Étude préliminaire, localisation et pré-diagnostic sur les ZARI

L'information sur le tracé des canaux et sur la localisation des prises d'eau et des périmètres sera obtenue sur le terrain et en collaboration avec des personnes « autorisées ». On effectuera une reconnaissance systématique, en suivant les canaux. Une première carte de localisation (au 1/25 000) sera établie et vérifiée en analysant les éventuelles photographies aériennes (anciennes ou récentes) de la zone.

Des entretiens avec les « représentants » de la zone permettront d'établir des contacts, de formuler quelques hypothèses sur le fonctionnement de l'irrigation et de l'agriculture, de faire connaître le projet d'étude et sa durée, de choisir une ou deux parcelles « témoin » (qui seront utilisées pendant un an) et de recruter un observateur.

### 2. Travail au niveau de la ZARI

Il consiste à caractériser et à évaluer la distribution des ressources en eau à l'intérieur de la ZARI, à détecter les pertes éventuelles et à en mesurer l'importance. Quatre types d'études complémentaires seront donc entrepris :

- Des enquêtes agro-sociologiques sur l'eau et sa distribution dans chaque périmètre, à partir d'un échantillon stratifié et raisonné ; seront retenues les exploitations correspondant à un échantillon de parcelles distribuées sur les différents périmètres, auxquelles on appliquera un questionnaire qui permette de comprendre le fonctionnement général du périmètre objet de l'enquête, d'identifier les problèmes de gestion de l'eau sur la parcelle et d'évaluer l'intérêt de l'enquête.
- Ces données serviront à caractériser le fonctionnement de chaque périmètre de la ZARI et de les comparer ensuite entre eux. Par ailleurs, le questionnaire contiendra une partie ouverte pour que l'enquêté puisse s'exprimer sur tel ou tel problème de l'irrigation, ce qui permettra de compléter la liste des différentes défaillances ou dysfonctionnements à prendre en compte.
- Estimation des pertes d'eau par filtration ou par mauvais état de l'infrastructure, au moyen de mesures ponctuelles et simultanées de débit sur un échantillon de canaux.
- Mesure journalière du débit qui arrive dans quelques périmètres représentatifs de la zone, afin de connaître la consommation réelle et d'analyser la stabilité du débit disponible.

### **3. Travail au niveau des unités d'utilisation du sol et des exploitations**

Il consiste à estimer et à expliquer les productivités agricoles des différentes unités d'utilisation du sol, au moyen d'une enquête agro-socio-économique sur un échantillon d'exploitations représentatives. On privilégiera la qualité de l'information et non sa quantité.

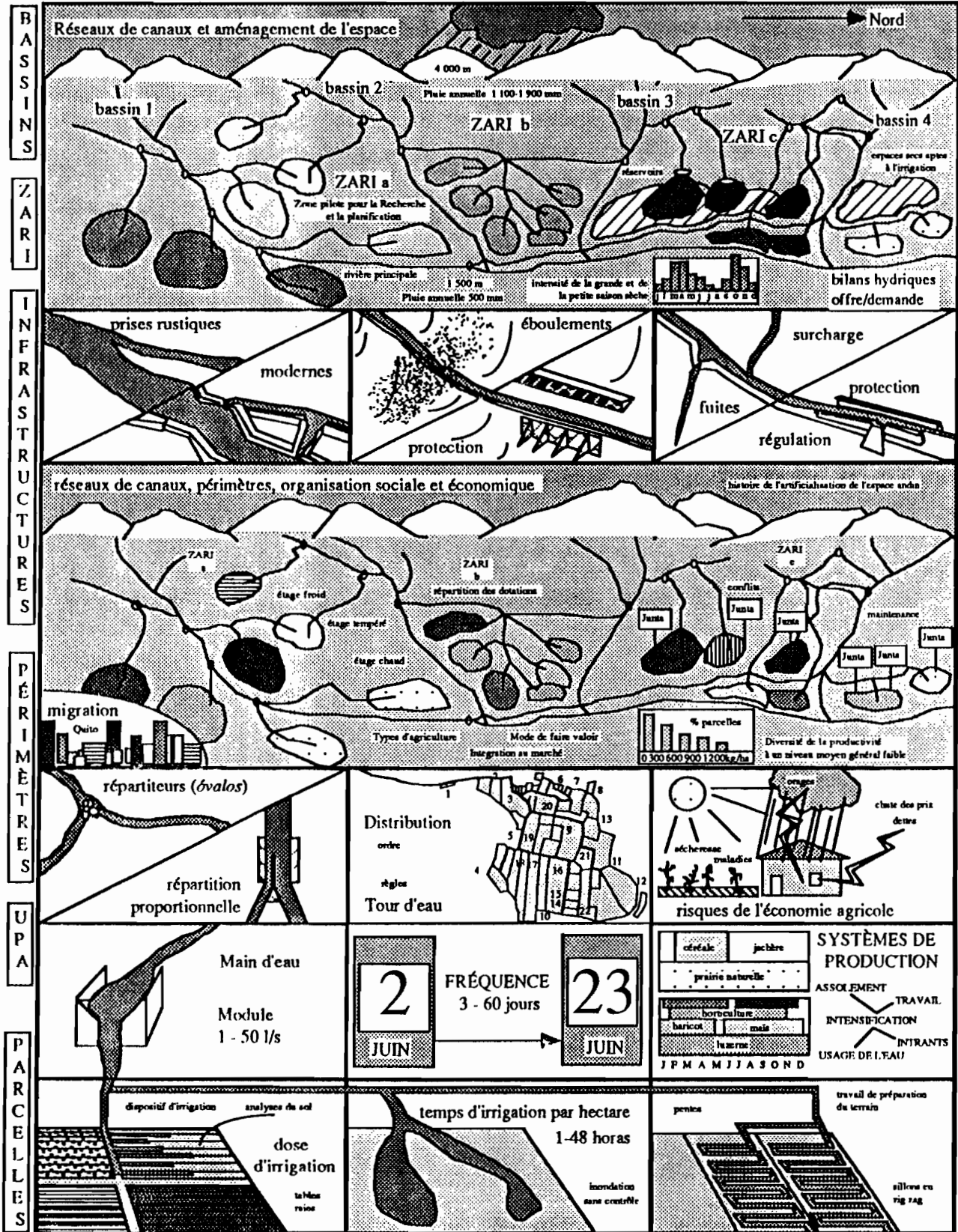
La recherche concernera également l'histoire récente et les structures actuelles d'exploitation, le fonctionnement agricole (relation des cultures, calendriers, contraintes du système d'exploitation) ainsi que les résultats agricoles et économiques.

### **4. Travail au niveau des parcelles de base**

À ce niveau, on recherchera un minimum de références sur le fonctionnement de l'irrigation : consommation de l'eau, techniques employées et leur efficacité, problèmes agro-économiques, économie de l'eau.

Par ailleurs, la parcelle de référence, choisie justement dans le but de dénoncer une insuffisance d'eau, témoignera des difficultés dans la distribution de cette ressource.

# LES ÉCHELLES DE TRAVAIL SUR LE FONCTIONNEMENT DE L'IRRIGATION DANS LES ANDES



## FICHE N° 8

### BASE DE DONNÉES SUR L'IRRIGATION

La base de données rassemble tous les résultats précédents (inventaire, zones pilotes, études thématiques) et calcule les nouveaux indicateurs en comparant les uns aux autres. Elle permet ainsi d'avoir un panorama de la situation à trois niveaux différents :

- Au niveau du bassin hydrographique, l'État a une vision claire du type d'action qu'il doit entreprendre (extension des terres irriguées, intensification des périmètre existants, etc.). Dans cette vision globale, la base de données identifie les ZARI ayant le plus de problèmes et dans lesquelles une intervention aurait des effets intéressants.  
C'est l'unité spatiale sur laquelle seront calculés également les bilans entre demandes et ressources en eau afin de mieux adapter la distribution de la ressource.
- La synthèse au niveau des ZARI aborde le problème de l'organisation des prises et des infrastructures, en tenant compte aussi de la structure socio-économique de la micro-région. La surface potentiellement irrigable ne disposant pas encore d'infrastructure est également analysée. Cette synthèse permet de prévoir les impacts des ouvrages de réhabilitation.
- Le diagnostic au niveau du système d'irrigation est principalement technique. Les informations décrivent le fonctionnement des différentes parties d'un système : prises d'eau (ouvrages de régulation, débits concédés et réellement dérivés), transport et distribution (complexité et type d'infrastructure, répartition, entretien), utilisation dans les périmètres (dotations, cultures, systèmes de production).

Cette forme d'analyse doit déboucher sur la formulation de propositions concrètes orientées vers l'amélioration de la production agricole et la hiérarchisation des projets en tenant compte de la volonté politique du gouvernement.

## FICHE N° 9

### PROBLÈMES DE DYSFONCTIONNEMENT RENCONTRÉS

#### AU NIVEAU DE LA DEMANDE EN EAU ET DES INFRASTRUCTURES

Faible débit fictif continu à cause de l'insuffisance de ressources dans les bassins alimentant le réseau.

Fragilité des ouvrages de prise et absence d'ouvrages de régulation adaptés.

Forte inégalité dans la répartition des dotations, compte tenu des différences normales entre les étages agro-écologiques, ce qui se traduit dans l'ensemble par un paysage hétérogène.

#### AU NIVEAU DU TRANSPORT ET DE LA RÉPARTITION

Existence de nombreuses pertes au long des canaux d'irrigation et absence d'ouvrages de protection, ce qui implique des travaux d'entretien quasi permanents.

Division du débit effectuée généralement par des partiteurs non proportionnels (de terre), qui n'assurent pas une répartition fiable et sont faciles à altérer.

#### AU NIVEAU DE LA DISTRIBUTION

Absence de tours d'eau, ce qui a pour conséquence une répartition inégale entre les usagers en amont et ceux en aval.

Temps de transfert trop long dans le réseau de distribution, résultat des mœurs et de la tradition des droits d'eau acquis. Le système de distribution ascendant est très rare en Équateur, bien qu'il soit le plus équitable entre usagers.

Forte irrégularité d'un module d'irrigation à un autre, du fait de problèmes d'infrastructure qui ne permettent pas de garantir un débit attribué.

L'absence de réservoirs de stockage induit des pertes importantes durant la nuit.

Fréquence d'irrigation inadaptée à l'intensification des systèmes agricoles de production. Dans le cas de sols ayant des réserves utiles parfois très faibles, il devient difficile de prendre le risque avec une culture sensible à la sécheresse si la période entre deux irrigations est trop longue.

#### AU NIVEAU DES PARCELLES

Module d'irrigation inadapté, soit trop faible (< 5 Vs) ou trop fort (> 20 Vs).

Dispositif d'irrigation peu efficace.

#### AU NIVEAU DES SYSTÈMES DE PRODUCTION DES AGRICULTEURS

Outre les problèmes de pénurie d'eau, les agriculteurs font face à plusieurs contraintes telles que le manque de capital, d'emprunts, de force de travail ; ils prennent d'importants risques économiques à cause de l'absence d'organisation et de régulation des marchés agricoles.

Complexité de plus en plus grande de la division de la terre, ce qui rend plus difficile le partage de l'eau entre les micro-parcelles.

Dans ces conditions, les agriculteurs préfèrent adopter des systèmes plus extensifs d'utilisation de la terre et de l'eau, ainsi que l'élevage plus extensif sur des pâturages naturels irrigués sans trop d'effort.

#### **AU NIVEAU DES ORGANISATIONS DES USAGERS**

Multiplication et atomisation des associations, juntas, etc., qui a pour conséquence une gestion très difficile de tous les réseaux de canaux d'irrigation à un endroit donné. La gestion de l'eau et l'organisation de l'entretien des ouvrages connaissent des conflits répétés. Les interventions externes, provenant de l'État ou d'organisations non gouvernementales, continuent de se faire auprès de groupes limités, sans tenir compte de l'ensemble des usagers et des systèmes. Ces phénomènes sont graves dans la mesure où les systèmes traditionnels d'irrigation ne peuvent maintenir le service de base qu'ils offrent sans une cohésion sociale minimale entre tous les usagers. Si cette situation persiste, on verra très probablement disparaître les systèmes d'irrigation, ce qui aurait des conséquences sociales, économiques et démographiques à l'échelle tant rurale qu'urbaine.

## FICHE N° 10

### CONCLUSION

Selon les premiers résultats, il n'y a aucun doute que l'amélioration de l'irrigation dans la *Sierra* passe par la réhabilitation et l'intensification des systèmes d'irrigation existants et fondamentalement de l'irrigation privée.

Cette réhabilitation doit concerner non seulement l'infrastructure, mais encore les périmètres, afin d'optimiser l'utilisation de la ressource eau. Ceci implique une assistance aux paysans afin qu'ils s'organisent de façon adéquate : création de juntas de l'eau par système, élaboration de tours d'eau et de modules adaptés, application de techniques d'irrigation, etc.

Tout ce qui précède suppose aussi un contrôle et une gestion des ressources hydriques, exercés de manière précise et actualisée au niveau des bassins hydrographiques.

Si l'INERHI a la volonté de s'orienter vers une politique de réhabilitation de l'irrigation privée, il s'affrontera rapidement à des problèmes structurels. Actuellement, l'Institut n'a pas la capacité financière et de personnel pour entreprendre cette tâche (la plupart de ses ressources humaines et économiques étant destinées à l'irrigation étatique). Il existe donc deux possibilités de faire face au problème :

- effectuer une restructuration et consacrer davantage de temps, de personnel et de ressources à l'irrigation privée.
- trouver un *modus operandi* avec les différentes entités régionales et s'associer à des départements du MAG pour l'assistance technique dans les périmètres.

Dans tous les cas, les agences régionales doivent être renforcées et recevoir du matériel et du personnel technique compétent, de manière à pouvoir assurer leur importante fonction.



# REPUBLICA DEL ECUADOR

MINISTERIO DE AGRICULTURA Y GANADERIA  
CONADE - INERHI - ORSTOM

FUNCIONAMIENTO DEL RIEGO PARTICULAR  
EN LOS ANDES ECUATORIANOS  
Recomendaciones para el Plan Nacional de Riego

FONCTIONNEMENT DE L'IRRIGATION TRADITIONNELLE  
DANS LES ANDES EQUATORIENNES  
Recommandations pour le Plan National d'Irrigation

COMMUNICATIONS PRESENTEES  
SUR L'IRRIGATION TRADITIONNELLE  
DANS LES ANDES EQUATORIENNES

Période 1987 - 1992



Document élaboré par :

**INERHI**

**Hugo RIBADENEIRA**  
**Miguel ALEMAN**  
**Ivan OSORNO**

**Patrick LE GOULVEN**

**Thierry RUF**

**ORSTOM**

**COMMUNICATIONS PRESENTEES**  
**SUR L'IRRIGATION TRADITIONNELLE**  
**DANS LES ANDES EQUATORIENNES**

**Période 1987 - 1992**

**Quito, juin 1993**