

projet ORSTOM- INERHI

Plan National d'Irrigation

## PRINCIPAUX PROBLEMES DU DIAGNOSTIC SUR LES RESEAUX TRADITIONNELS ANDINS EN EQUATEUR.

Aspects agro-socio-économiques liés au diagnostic régional.

Thierry RUF (\*), Patrick LE GOULVEN (\*), Hugo RIBADENEIRA (\*\*)

communication au Séminaire  
"Gestion de l'eau et adéquation des technologies  
en région andine"

organisé à CAJAMARCA (PEROU)  
par le CONCYTEC  
(Conseil National des Sciences et Technologies)  
21-26 janvier 1990

\*MISSION ORSTOM, AP 6596 CCI QUITO, EQUATEUR  
\*\* INERHI, JUAN LARREA Y RIO FRIO, QUITO, EQUATEUR

14 SEPT. 1994

G.R.S.T.O.M. Fonds Documentaire  
N° : 40 136 ex. 1  
Cote : B

Les réseaux d'irrigation "traditionnels" ou "anciens" posent des problèmes spécifiques dans le diagnostic de leur fonctionnement. La plupart du temps, les responsables des Instituts techniques chargés de mener des politiques nationales d'irrigation considèrent les réseaux traditionnels comme des vestiges du passé qui ne peuvent être l'objet d'amélioration; ils apparaissent à première vue comme complexes, "anarchiques", ne répondant pas aux normes techniques "logiques" habituelles de réseaux modernes.

Les créateurs d'ouvrages modernes maîtrisent la partie conceptuelle des infrastructures et le génie civil pour les mettre en place; ils rencontrent souvent d'énormes difficultés lors de la mise en eau, l'usage qu'en font les bénéficiaires différant des modèles prévus dans les études de factibilité. Pour les réseaux anciens, non seulement la distribution et l'utilisation de l'eau ne sont guère limpides, mais encore la mobilisation, le transport et la répartition entre divers groupes d'utilisateurs ne sont jamais évidents à mettre à jour.

C'est pourquoi il est rare de voir les Institutions Nationales d'Irrigation se lancer dans des programmes cohérents de réhabilitation de réseaux traditionnels, faute de méthode de diagnostic, et probablement aussi faute de volonté politique (la construction d'un canal moderne apporte plus de notoriété que la réparation d'un canal ancien).

Les éléments qui suivent se basent sur l'expérience acquise par le projet INERHI-ORSTOM en Equateur: l'étude du fonctionnement des réseaux traditionnels en Equateur est menée conjointement par le Département du Plan National d'Irrigation de l'INERHI dirigé par Hugo RIBADENEIRA et deux Départements de l'ORSTOM, celui des Eaux Continentales avec Patrick LE GOULVEN, Hydrologue et Directeur International du Projet, et le Département Société Urbanisation Développement auquel appartient Thierry RUF en tant qu'agro-économiste. Jean Luc SABATIER (IRAT-CIRAD) a appuyé le projet par des missions et fournit de nombreux éclairages.

### 1. QU'EST CE QU'UN RESEAU D'IRRIGATION ANCIEN ?

Définir l'objet d'étude montre la difficulté de l'étudier. Le "réseau d'irrigation" est un ensemble de prises d'eau, de canaux de transport et de distribution, de périmètres agricoles formant un système complexe artificialisé, mettant en jeu dans son fonctionnement (voir schéma 1):

- 1- La mobilisation des ressources hydriques;
- 2- Le transfert vers des lieux de stockage et d'utilisation;
- 3- La répartition des dotations entre divers espaces agraires;
- 4- La distribution interne entre usagers dans chacun de ces espaces;
- 5- L'application de l'eau sur les parcelles;
- 6- L'évolution des systèmes de production avec l'irrigation;
- 7- La maintenance de l'ensemble.

Le diagnostic doit donc intégrer tous ces aspects qui s'analysent à diverses échelles:

- 1- L'unité de l'offre en eau: le bassin versant.
- 2- L'unité de demande en eau: espace géographique très variable selon les aménagements ayant été réalisés.
- 3- Le périmètre, espace agricole de base du réseau, caractérisé par le milieu naturel (étage bio-climatique, sols) et le milieu socio-économique (société et agriculture).
- 4- L'unité de production agricole, structure de base des décisions.
- 5- Les champs et parcelles cultivés, et les élevages de l'unité de production agricole.

Il fait donc appel à plusieurs disciplines, parmi lesquelles l'hydrologie, l'agronomie et la socio-économie doivent toujours opérer.

Dans le cas de réseau d'irrigation "traditionnel" ou "ancien", les infrastructures techniques sont rustiques, par opposition aux canaux modernes en béton. Mais cette rusticité n'est pas la seule caractéristique; le système complexe a une histoire qui s'est inscrite dans les divers niveaux de fonctionnement actuel. Le diagnostic doit porter sur les évolutions, les changements, les dynamiques.

La notion d' "ancienneté" est subjective. Pour les réseaux andins équatoriens, la référence n'est pas liée à une époque donnée mais plutôt à une technique de construction de canaux déviant sur de longues distances le cours torrentiel de rivières, et mobilisant sous des formes sociales variées, une force de travail considérable. Ainsi, un réseau "traditionnel" peut avoir plusieurs siècles d'existence dans certains cas, ou seulement dater de la première moitié du XXe Siècle.

## 2. OU SE TROUVENT LES RESEAUX D'IRRIGATION ANCIENS ?

Question simple, et réponse difficile. En effet, les sources d'information sont souvent disparates et incomplètes. En Equateur, l'INERHI disposait d'un inventaire de prises d'eau sans connaître toujours les destinations; le programme de régionalisation agraire du Ministère de l'Agriculture connaissait les grandes zones influencées par l'irrigation mais sans précisions sur les réseaux. Or, la connaissance rigoureuse, actualisée de la géographie de l'irrigation est fondamentale: la réhabilitation isolée d'un canal au sein d'un système régional plus vaste peut aboutir à une catastrophe, du fait des dépendances entre réseaux, comme par exemple l'impact sur l'aval d'une prise d'eau dans une rivière à débit variable et limité.

La méthode d'inventaire a été construite non pas sur la base de normes internationales sur l'organisation de réseaux, mais à partir de l'analyse des premiers cas observés dans les Andes (Zones de PIFO et d'URCUQUI). Chaque partenaire du projet a contribué à l'élaboration de la méthode (P.Le Goulven, hydrologue, E.Dattée, topographe-informaticien, W. Carrera, ing.civil, M.Montenegro, agronome, E.Gavilanes, photo-interprète et T.Ruf, agro-économiste). Elle a d'ailleurs évolué en fonction des connaissances nouvelles acquises dans l'étude de zones pilotes, et au fur et à mesure de la construction de la base de données informatisée. Pour résumer ce travail qui mobilise une dizaine de personnes de l'INERHI, voici les étapes successives:

- synthèse des informations existantes, et création de la première carte de travail au 1/50.000.
- amélioration de la carte par réinterprétation des photos aériennes du Programme de régionalisation agraire (MAG).
- mission sur le terrain de confirmation et d'actualisation.
- structuration des données descriptives en vue de leur incorporation dans la base de données (DBASE).
- dessin de la carte améliorée et actualisée.
- nouvelle mission de terrain pour réaliser une enquête rapide et systématique sur les systèmes techniques et sociaux de répartition et d'utilisation de l'eau et sur les systèmes de production actuels.
- incorporation de ces données dans la Base.
- dessin de la version finale de la carte d'inventaire avec légende présentant les informations principales de chaque système d'irrigation.
- édition de synthèse régionale (tableau de bord de l'irrigation par grand bassin hydrographique).

Cette méthode, brièvement abordée ici, se base sur deux aspects originaux liés au caractère montagnard des réseaux d'irrigation.

D'une part, il y a une double structuration spatiale correspondant aux unités d'offre et de demande en eau. Un système d'irrigation est lié au bassin versant de la rivière dans laquelle il prélève de l'eau par un ouvrage de prise. Il est également partie intégrante de l'espace où est consommé l'eau prélevée par de multiples systèmes dans le même bassin ou dans d'autres bassins. Cet espace de la demande, appelé Zone d'Analyse et de Recommandations pour l'Irrigation (ZARI), peut être défini comme suit: "unité géographique qui contient dans ses limites les prises, les canaux et les périmètres correspondants", ou encore, "Unité spatiale de la mobilisation, du transport, de la répartition et de l'utilisation de l'eau d'irrigation". Dans les cas simples, la ZARI correspond à l'interfluve dont l'alimentation en eau provient de deux bassins à travers un réseau enchevêtré de canaux (schéma 2).

D'autre part, il y a le principe de description des réseaux complexes mis au point par P. Le Goulven et E. Dattée. Ils sont définis par des prises, des segments, des noeuds et des périmètres. On évite la terminologie classique de canal principal, secondaire, tertiaire, etc. On emploie les termes de segments d'apport reliant une prise à un noeud de division ou d'union, de segments de transport reliant par exemple un noeud d'union à un noeud de division, et de segment de distribution reliant un noeud de division à un périmètre final (schéma 3). Cela permet de codifier l'infrastructure sur des bases logiques et réelles. 4

### 3. QUELS SONT LES PROBLEMES DE FONCTIONNEMENT DES RESEAUX D'IRRIGATION ANCIENS ?

Divisons la question sous l'angle des 7 niveaux de fonctionnement signalés dans la définition initiale .

#### **3.1. Les problèmes de la mobilisation de l'eau.**

Ils relèvent des travaux d'hydrologie sur les bassins versants afin de connaître, mois par mois, la ressource disponible et de la confronter à la demande perçue selon trois approches:

- la demande climatique générale (ETP-P);
- la demande théorique des réseaux (débits concédés);
- la demande théorique des périmètres en fonction des systèmes de cultures en place ou de systèmes de cultures alternatifs.

L'agro-économiste doit fournir des modèles de culture-type sur la base d'enquêtes sur les systèmes de production. Sa tâche est rendue complexe par la grande diversité des agricultures pratiquées dans les Andes, liée à la fois à celle du milieu physique comme à celle des situations socio-économiques.

La structure complexe des réseaux témoigne des efforts de recherche de ressources hydrauliques par les diverses parties prenantes au cours de l'histoire. Même si l'Etat a nationalisé les eaux en 1972, sur le terrain, les groupes d'irriguants gardent toujours à l'esprit non seulement l'idée de propriété d'un canal dont ils ont hérité, mais surtout leurs droits sur une rivière en un point donné, c'est à dire l'appropriation d'une ressource hydrique venant du "paramo" (prairies de haute altitude) considérée comme inaliénable parce qu'elle est ancestrale. Ainsi, l'expansion foncière coloniale, au XVIe et XVIIe Siècles, a porté aussi bien sur les zones basses de climat tempéré ou sub-tropical à saisons sèches marquées, que sur les grandes étendues de Haute montagne, afin de s'adjuger les débits disponibles et irriguer les terres basses. Les conflits nés dans l'utilisation des ressources disponibles dans le réseau existant se résolurent par l'établissement de nouveaux canaux, selon trois schémas (schéma 4):

- captage d'une ressource non exploitée dans un bassin voisin.
- captage en aval des systèmes existants si la ressource est accrue par d'autres affluents.
- captage en amont des systèmes existants, ce qui pouvait avoir des conséquences sur ces systèmes et générer un conflit de mobilisation de l'eau aux niveaux des prises.

#### **3.2. Les problèmes de transfert.**

Le transport de l'eau dans des canaux en terre est souvent l'objet des principales critiques vis à vis des réseaux traditionnels: l'efficacité serait faible. En conséquence, la réhabilitation, lorsqu'elle est envisagée, porte sur le revêtement des canaux en béton ou autres matériaux, dont le coût est très élevé. Les premiers éléments du diagnostic de P. Le Goulven remettent en cause certaines idées sur l'efficacité de canaux en terre dans le Nord des Andes équatoriennes. Il arrive de rencontrer des efficacités de transport supérieures à 100 %. Il semble que des apports latéraux compensent les pertes linéaires. Dans ces conditions, le revêtement du canal n'apporterait pas d'avantage majeur. D'ailleurs, des observations réalisées sur de nombreux systèmes montrent que les pertes sont surtout dues aux fuites ponctuelles liées à l'état de l'infrastructure, et parfois aux infiltrations dans un segment limité de canal.

Dans certaines régions, le problème essentiel de transfert de l'eau réside dans les nombreuses interruptions de service liées aux éboulements provenant de secteurs dominant le canal, ou encore aux effondrements du canal lui-même. Ce phénomène a des répercussions graves sur l'utilisation de l'eau.

C'est l'un des éléments qui compose le "risque de période sans eau" évalué par les paysans pour prendre leurs décisions. Par rapport au risque pluviométrique en culture sèche, le risque de manque d'eau d'irrigation à un moment donné résulte à la fois des aléas climatiques dans la zone de production, le haut bassin versant, des phénomènes agressifs sur les segments de transport, et de décisions humaines mettant en péril les transferts normaux: absence de régulations en cas d'accroissement brutal du débit de la rivière, surcharge du canal qui finit par céder, ou encore mise en cultures de terrain pentu au dessus du canal avec forts risques érosifs. Cette dernière cause provient de la montée de la frontière agricole en altitude et sur les terrains marginaux, en relation avec la pression démographique, la réforme agraire, la mise à l'écart des anciens ouvriers agricoles des haciendas, ou encore le partage des terres communales. Cependant, la cause première de ces interruptions de service doit être reliée aux problèmes d'organisation de la maintenance des réseaux abordés au point 3.7.

**3.3. LE PROBLEME DE L'EQUITE DE LA REPARTITION DES RESSOURCES MOBILISES.**

L'eau disponible est répartie de manière équitable dans une ZARI ? La question mérite d'être posée connaissant les éléments suivants:

- la construction de la plupart des réseaux a été décidée, jusqu'au début du xxe Siècle, par les grands propriétaires fonciers en mobilisant la main d'oeuvre paysanne à peu de frais;
- la restructuration foncière des années 1950-1980 a maintenu la grande propriété foncière sur les terres basses et irriguées, rejetant les paysans sur les pentes difficiles à cultiver.
- la nationalisation des eaux par l'Etat et leur administration par l'INERHI depuis 1972 devait résoudre les nombreux conflits qui éclataient avec violence. Le système des concessions octroyées par l'INERHI pour dix années aux usagers devant en faire obligatoirement la demande devait permettre de faire régner une certaine équité dans les dotations.

Si on se réfère à la situation du bassin du Mira dans le nord du pays, les dotations en eau exprimées par les débits fictifs continus (litres/seconde/hectare) font apparaître de grandes variations, allant de 0.1 à 2 l/s/ha. Bien entendu, l'analyse de cet indicateur doit se faire en fonction de l'étage bioclimatique. Alors le jugement sur l'équité de la dotation générale entre périmètres prend un sens (tableau 1.).

l/s/ha	faible dotation	dotation moyenne	forte dotation
Etage froid 2700-3300m	1500 ha 0.1	2200 ha 0.25	2100 ha 0.4
Etage tempéré 2200-2700m	5000 ha 0.2	5200 ha 0.45	3800 ha 0.7
Etage chaud 1500-2200m	3000 ha 0.3	2900 ha 0.6	3100 ha 1.0

tab.1. Débits fictifs continus observés sur environ 200 périmètres du MIRA (débit mesuré sur superficie réellement irriguée)

En moyenne, sur chaque étage, les différences vont du simple au triple. Cette première approche devra être approfondie par le calcul des bilans hydriques de P. Le Goulven. Cette inégalité en dotation peut s'expliquer par le fait qu'un certain nombre d'usagers cherchent à surdoter (dans les concessions) leurs secteurs dans un rapport qui reste raisonnable, de manière à sécuriser l'approvisionnement en cas de forte baisse du débit disponible. Par ailleurs, une situation excédentaire en dotation permet une marge de manoeuvre confortable dans l'utilisation: on peut pratiquer des irrigations approximatives sans effort d'aménagement à la parcelle, avec un minimum de travail, c'est à dire à moindre coût. L'inégalité en dotation ne recouvre pas exactement l'inégalité foncière, au demeurant primordiale dans les problèmes agraires du pays. Il existe des haciendas faiblement dotées et des zones paysannes apparemment bien approvisionnées. D'ailleurs, les conflits sur l'eau ne mettent pas seulement en scène les groupements paysans contre les haciendas. On voit fréquemment les hacendados se quereller pour l'eau, et les

innombrables procès pour "despojo de aguas" ("dépouillement des eaux") existant dès le XVII<sup>e</sup> Siècle 6 témoignent d'une grande tradition en la matière. Certains secteurs paysans ont donc réussi à s'approprier l'eau d'irrigation en quantité globalement satisfaisante, parfois au prix de luttes difficiles et longues comme à Urcuqui.

D'une manière générale, le processus historique de constitution des réseaux d'irrigation, en l'absence de toute autorité politique et technique (jusqu'en 1972) pour coordonner et harmoniser l'extension des réseaux, a abouti à ces inégalités, secteurs sans eau, secteurs avec faible apport, secteurs avec dotation moyenne, et secteurs bien dotés, que l'INERHI n'a guère pu modifier à travers le système des concessions publiques. En réalité, l'action de l'Etat s'est concentré sur la construction de réseaux modernes qui s'ajoutent aux anciens. C'est l'ultime maillon d'une longue chaîne d'aménagements superposés et concurrents par bien des aspects.

#### 3.4. LES PROBLEMES DE LA REPARTITION DE L'EAU ENTRE PAYSANS D'UN MEME PERIMETRE.

En Equateur, presque tous les cas de figure semblent exister. Les variables du tour d'eau prennent toutes les valeurs possibles selon les sites: présence ou absence de tour d'eau organisé, modules de distribution allant de 1 litre/seconde à 50 litres/seconde, temps d'irrigation à l'hectare de 2 heures à 48 heures, fréquence de 3 jours à 30 jours, répartition par horaires fixes ou variables, etc. Là encore, l'élément historique est fondamental. Le tour d'eau est l'héritage complexifié du choix des générations précédentes d'usagers, basé sur les nécessités de l'époque de sa conception et sur des règles sociales en vigueur. Or, les conditions de l'environnement socio-économique et probablement celles du climat ont évolué, de même que les systèmes de production agricole. Dans certains cas, le tour d'eau se révèle aujourd'hui inadapté. Parfois, il a été modifié pour répondre aux besoins exprimés par un groupe de paysans capable de faire accepter les modifications par l'ensemble des usagers. C'est le cas de PIMAMPIRO où l'on a adopté un tour d'eau à fréquence très courte de 3,5 jours afin de développer des cultures maraîchères spéculatives (tour d'eau élaboré avec l'appui d'un ingénieur de l'INERHI au moment de la concession officielle). Mais ailleurs, les inerties jouent, les différences d'intérêt paralysent toute velléité de changement, ou bien plus simplement, la complexité du problème empêche les dirigeants successifs des juntas de l'eau de poser le problème de l'adaptation.

L'absence de tour d'eau entraîne une répartition inégale de l'eau entre les usagers d'amont et d'aval. Si la ressource est excédentaire, le problème n'est pas majeur, l'eau parvenant toujours aux derniers usagers. Mais si la ressource se réduit, ou que le nombre d'usagers croît et que la superficie mise en culture en saison sèche augmente, il devient un centre de préoccupations.

Dans le cas de réseaux dits "communaux", souvent très anciens, c'est la pression sur la ressource eau qui amène les usagers à organiser un tour d'eau. A notre connaissance, le premier tour d'eau organisé en Equateur l'a été en 1661 dans la vallée d'Ambuqui (bassin du Mira) à la suite d'un conflit entre indiens et colons, ces derniers ayant tenté de déposséder les premiers de leurs droits d'eau. La justice coloniale a figé les droits des uns et des autres dans un tour d'eau hebdomadaire. Mais ce cas reste exceptionnel, lié à un type d'agriculture quasi-oasien (vergers de coca où l'on cultivait du coton et des légumes). Pour l'ensemble des Andes, la période d'organisation des tours d'eau se situe de la fin du XIX<sup>e</sup> Siècle jusqu'au milieu du XX<sup>e</sup> Siècle. C'est donc, en Equateur, un phénomène assez récent, qui correspond à la forte poussée démographique et à l'évolution de la propriété agricole. La région la plus précoce dans l'appropriation paysanne de la terre et l'organisation des associations d'irriguants est la province du Tungurahua située à 150 kilomètres au sud de Quito. Cette région est aujourd'hui la plus dense des Andes avec environ 500 habitants au kilomètre carré agricole.

Dans le cas de réseaux dits d' "eaux achetées" (aguas compradas), les associations se sont constituées au moment de la construction des canaux. Leurs membres ont acheté des parts qui leur conféraient par la suite un droit d'eau précis et inaliénable. La répartition de l'eau entre les paysans s'est faite sur une norme proposée pour tous: un module, un temps d'irrigation par hectare, et une fréquence (les trois choses étant liées). Le choix correspondait aux besoins des systèmes de production de l'époque. Il s'agissait essentiellement de sécuriser la production vivrière obtenue à partir des cultures pluviales (cycles d'octobre-avril). Ce n'est que dans la seconde partie du XX<sup>e</sup> Siècle que les systèmes ont évolué vers une utilisation permanente de la terre, avec la disparition de jachère (barbecho), soit par le passage à des systèmes d'élevage sur prairies naturelles ou cultivées, soit par l'intensification des cultures

annuelles aboutissant à des modèles de cultures continues (deux cultures par an ou trois cultures tous les deux ans). La tension sur l'eau s'est donc accrue, particulièrement en saison sèche. Les fréquences longues suffisantes pour compléter les cultures pluviales sont un frein à l'intensification des cultures annuelles en été. Les modules trop faibles ne permettent pas d'irriguer correctement les prairies. Les aygadiers doivent faire face à des dérèglements et des conflits qu'ils tentent d'arbitrer au jour le jour. Le problème s'aggrave avec l'accroissement du nombre d'irriguants. Ainsi, dans la province du Tungurahua, les associations d'irriguants comprennent fréquemment plus de 1000 membres répartis dans plusieurs paroisses traversées par de multiples conflits de toute sorte. La cinétique de la microparcélisation des terres et des droits d'eau explique une part des difficultés des juntas de l'eau: le nombre de parcelles unitaires double tous les quinze ans. Le tour d'eau se fait sous contrôle d'un chronomètre à la demi-minute près. Dans de telles conditions, qu'advient-il de ces systèmes en l'an 2000 ?

Reste à examiner si la répartition de l'eau est équitable, c'est à dire proportionnelle aux superficies cultivées. On peut en douter dans les cas des systèmes d' "eaux achetées", dans la mesure où les premiers irriguants achetèrent des parts financières. Dans les réseaux communaux, il règne également une certaine inégalité, bien que les différences soient limitées: du simple au double ou au triple. Ces différences s'expliquent bien par les objectifs initiaux des ayant-droit: s'ils voulaient simplement assurer un apport de complément à leurs cultures pluviales, ils ne prenaient que le minimum d'heures. Si au contraire ils avaient pour stratégie une mise en culture en saison sèche, ils argumentaient un besoin supérieur qu'ils justifiaient par la présence d'une famille nombreuse et de fils capables de réaliser avec leurs parents cette intensification. Une fois enregistrés, les droits se sont transmis aux héritiers avec la terre, et leur remise en cause, si elle est théoriquement possible, mettrait en péril le fragile consensus existant. Il faut noter que le double besoin d'irrigation, complément des pluies pendant l'hiver, besoin des plantes pendant l'été, n'a jamais donné lieu à une alternance de tour d'eau adapté à chaque situation.

Enfin, bien que nous ne disposions pas de données précises sur le domaine, il faut signaler la faible efficacité du réseau de distribution de type descendant dans la plupart des cas, avec des temps de transports et des pertes notables entre parcelles. La distribution ascendante n'existe pratiquement pas, alors qu'elle permet une gestion bien meilleure des passages d'une parcelle à la suivante (temps d'irrigation complet). Les pertes en eau sont considérables quand il n'existe pas de réservoirs pour stocker l'eau la nuit.

**3.5. LES PROBLEMES DE L'APPLICATION A LA PARCELLE**

Les dispositifs d'épandage de l'eau sont généralement gravitaires. Seules quelques haciendas modernisées ont adopté l'aspersion avec des pivots géants.

Les dispositifs gravitaires vont du plus élémentaire au plus élaboré: déversement du module dans la parcelle sans aucun aménagement pour le disperser, ou création de sillons en zig-zag dans les champs en forte pente. Les sols très sableux ont des réserves utiles faibles (30-50 mm par mètre) et une grande porosité qui rendent l'irrigation difficile à mener. La dose apportée par les paysans est souvent bien supérieur à ce que peut stocker le sol et prélever les plantes. Faute d'appui technique en recherche-développement, les paysans adoptent un dispositif plus ou moins complexe de raies groupées dont la longueur est fixée en fonction de l'avancement de l'eau et des contraintes parcellaires. Les premiers résultats des observations effectuées sur une dizaine de parcelles en suivi journalier font apparaître des efficacités d'application de l'ordre de 40%. Une recherche approfondie sur ce thème est prévue pour 1990-1991.

**3.6. L'EVOLUTION DES SYSTEMES DE PRODUCTION ET LA PRODUCTIVITE AGRICOLE ACTUELLE.**

A titre d'exemple, voici la synthèse des changements intervenus dans l'étage tempéré du bassin du Mira. Un exposé systématique de tous les cas serait fastidieux. Cet étage est d'ailleurs le plus représenté dans les systèmes d'irrigation du bassin, avec plus de 12000 hectares.

Nous analyserons successivement les évolutions depuis les années 1950 pour les quatre grands groupes fonciers: les haciendas, les fincas, les petites exploitations paysannes et les minifundios. Bien entendu, il y a des exceptions dans ces trajectoires générales.

Les haciendas (plus de 50 hectares) se consacraient autrefois à la grande céréaliculture utilisant beaucoup de main d'oeuvre sous le statut de huasipungueros. Elles ont évolué vers des systèmes d'élevage extensif sur prairies, pas toujours irriguées en totalité quand les disponibilités en eau n'ont pas changé. La charge en bétail varie de 0.5 à 1 Unité Animale par hectare fourrager. L'exploitation fonctionne avec peu de main d'oeuvre (8 à 15 hectares par travailleur). La productivité exprimée en litres de lait produit par hectare fourrager est faible: 1500 à 3000 litres. L'irrigation n'a pas entraîné un accroissement de la productivité agricole. Elle sert à maintenir un chargement animal faible tout le long de l'année à bas coût et sans mobilisation de main d'oeuvre. Ce modèle fournit un produit brut de 300 à 400 dollars par hectare pour des coûts directs de 100 dollars par hectare.

Les fincas (5-50 ha) ont mis au point un système de polyculture-élevage intensif, basé sur une rotation agricole de six années où la luzerne alterne avec trois années de cultures annuelles. L'association agriculture-élevage est forte: les fonctions de traction animale, de fertilisation et d'épargne de l'élevage bovin sont primordiales. Le système fonctionne avec une force de travail mixte, familiale et extérieure, qui est nettement plus importante que dans les haciendas (3 à 5 ha par travailleur). La combinaison des moyens disponibles, le taux d'usage du sol élevé, la bonne dotation en eau et la maîtrise de l'application, la recherche de semences améliorées, la fertilisation raisonnée, organique et minérale, le contrôle phytosanitaire, permettent d'atteindre un haut degré de chargement animal (supérieur à deux Unités Animales par hectare fourrager) et par là-même une productivité très supérieure à la moyenne des haciendas: 5000 à 6000 litres de lait par hectare fourrager. Le produit brut dégagé par le modèle est voisin de 1000 dollars pour des charges directes importantes de 400 dollars par hectare.

Les petites exploitations paysannes (1-5 ha) dont la stratégie est toujours d'assurer la base alimentaire familiale, ont également des besoins monétaires indispensables pour couvrir les frais d'exploitation et les charges familiales habituelles. En plus de la culture pluviale qui garantit l'alimentation, le maïs dans cet étage tempéré, se sont ajoutés des cultures spéculatives au premier rang desquelles figure le haricot, dont les bénéfices sont capitalisés dans un micro-élevage composé d'une ou plusieurs têtes de bétail si l'exploitation dispose de suffisamment de terre. Le système se rapproche du précédent, mobilisant plus de force de travail (1 ha par travailleur) d'origine familiale parfois renforcée par des journaliers en période de pointe. Malgré cela, faute de trésorerie et de crédit en avance aux cultures, la combinaison des moyens de production est moins efficiente que dans les fincas. Les semences sont prélevées sur les récoltes précédentes, la fertilisation est faible, le manque de moyen de travail général. Ceux qui s'en sortent le mieux sont ceux qui disposent dans la famille d'une activité extérieure rémunérée mensuellement, qui devient la trésorerie de l'exploitation. Quand il existe, l'élevage est intensif, basé sur la gestion de sous-produits des cultures. Mais la production laitière n'est pas régulièrement commercialisée, faute de structure adéquate coopérative ou privée. Le produit brut atteint 800 dollars par hectare dont 300 sous forme de consommation directe familiale. Les charges directes de 50 dollars par hectare sont faibles car l'essentiel du travail est couvert par la famille sans rémunération.

Les minifundios (moins d'un hectare) se trouvent sous le seuil de l'autonomie alimentaire, dans les conditions du Mira. Pour subsister, les familles doivent trouver des revenus extérieurs sous la forme du travail journalier dans les autres catégories d'exploitations agricoles. La productivité agricole est ici très faible et non monétarisée.

La situation générale des exploitations agricoles de cet étage montre comment l'irrigation a permis certaines évolutions qui ne vont pas toutes dans le sens d'un accroissement notable de la production agricole. Seules les fincas et les petites exploitations paysannes ont sensiblement accru leur productivité, malgré les difficultés économiques, l'absence de marchés organisés, de crédit. La grande fragilité de cette évolution provient du caractère spéculatif de la culture du haricot vendu à un prix élevé sur le marché colombien voisin en raison de taux de change favorable pour les paysans équatoriens. Il suffit que ce taux s'inverse pour remettre en question ce développement. L'absence de culture de rente, base de négociation entre producteurs et l'Etat et le système de crédit limite la productivité que ces systèmes pourraient atteindre et la capitalisation sous forme d'outillage, de bâtiments, etc.

Le manque d'eau a des effets variables selon les catégories d'exploitation. Il ralentit les stratégies en place, par exemple en ne mettant pas toutes les terres en culture pendant la saison sèche. L'accroissement des dotations au profit des catégories extrêmes n'aurait pas de conséquences macro-



économiques importantes dans les conditions de ce bassin hydrographique et dans cet étage bio-climatique. 9

### 3.7 LE PROBLEME DES ORGANISATIONS SOCIALES ET DE LA MAINTENANCE DES RESEAUX D'IRRIGATION.

Depuis la promulgation de la loi sur l'eau en 1972, l'INERHI administre l'eau en donnant des concessions aux irriguants ou groupes d'irriguants organisés qui en font la demande (obligatoire). Si, dans la première décennie d'application, la mise en place des concessions a permis aux groupes d'usagers d'enregistrer leurs droits anciens, l'évolution récente des conflits sur l'eau et celle des organisations paysannes posent de nouveaux problèmes: il y a atomisation et multiplication des associations d'irriguants, avec accroissement des tensions entre groupements appartenant aux mêmes systèmes d'irrigation. Ce phénomène peut être avivé par les interventions publiques comme par les organisations non gouvernementales qui agissent sur le développement agricole, avec un clientélisme affiché. L'accroissement des demandes en eau sur les réseaux anciens entraîne une plus grande fréquence de non respect des tours d'eau. Or, la fonction de "police de l'eau" n'est plus vraiment assurée par personne. Dans certains cas, la maintenance n'est plus correctement et régulièrement assurée, faute de consensus entre parties prenantes pour organiser les mingas (travaux collectifs), et faute de participants. Une tendance très forte de nombreux paysans est d'envoyer à leur place un journalier, préférant consacrer ce temps de travail collectif à leurs activités propres. Même les incidents graves avec interruptions de service ne font pas toujours l'objet d'une mobilisation prompte d'une partie des usagers. A terme, les conséquences peuvent aller jusqu'à la remise en cause de l'existence du réseau avec des effets économiques et sociaux désastreux.

### CONCLUSION

L'étendu des problèmes est considérable. Ils sont de toutes natures. Ils sont interdépendants. Leurs résolutions supposent un investissement humain, intellectuel très intense. Ne rien faire aboutit à terme à une crise grave de nombreux systèmes agraires. Parmi les voies d'investigations et d'actions, on peut citer les points suivants qui ne constitue pas une liste exhaustive de travaux mais simplement des axes à approfondir.

#### Mobilisation de l'eau:

- références actualisées sur les disponibilités de chaque bassin;
- structure de concertation par grand bassin hydrographique;
- programme de régulation des prises d'eau;

-...

#### Transport de l'eau:

- protection des canaux aux points sensibles;
- revêtement des secteurs filtrants;

-...

#### Répartition des dotations:

- révision de certaines dotations;
- restructuration de secteurs irrigués en liaison avec les associations d'irriguants;
- installation d'ouvrages de répartition proportionnelle pour préserver l'équité des dotations;

-...

#### Organisation des tours d'eau:

- diagnostic au cas par cas du fonctionnement du tour d'eau et propositions d'adaptation en concertation avec les associations d'irriguants;
- mise en place de réservoirs de stockage nocturne et de régulation;

-...

Application de l'eau à la parcelle:

- installation de petits dispositifs expérimentaux afin de déterminer les paramètres optimisant l'épandage de l'eau sur les principales cultures;

-...

Evolution des systèmes de production:

- organisation des structures d'approvisionnement et de crédit;
- organisation de structures de commercialisation et transformation;
- formation des paysans;

-...

Organisations paysannes:

- renforcement du pouvoir des juntas de l'eau, notamment dans les domaines de la "police de l'eau", et de l'organisation de la maintenance;
- interventions intégrant l'ensemble des parties prenantes sur une ZARI (actions concertées et cohérentes bénéficiant à l'ensemble des groupements).

-...

ANNEXE.

METHODES UTILISEES AU COURS DU DIAGNOSTIC DE TERRAIN  
(aspects agro-socio-économiques).

-inventaire des réseaux et description des périmètres: synthèse des informations existantes, photointerprétation, cartographie initiale, vérification systématique de toutes les infrastructures, prises, segments, noeuds, délimitation des périmètres et caractérisation agricole et socio-économique, carte de synthèse détaillée au 1/25.000 (produit scientifique restitué aux juntas de l'eau de la zone).

-analyse de la répartition de l'eau (dotations par périmètres et tours d'eau). enquête sur échantillonnage de parcelles sur photos aériennes ou sur liste de parcelles. Information sur les origines des éventuels manques d'eau et sur les conséquences.

-analyse de l'application (en collaboration avec l'hydrologie). mise en place d'un suivi journalier de parcelles de références conduites par les producteurs selon leurs propres décisions. Mesure de la pluie, des entrées et sorties superficielles de l'eau, relevés des étapes de développement de la végétation, des états de celle-ci, des opérations culturales avec le travail et les coûts, mesure ou relevé de la production finale et des produits de sa vente; mesures ponctuelles: analyse de sols, densité de la Ruf T, Ribadeneira H., 1987. -" population végétale.

-évolution des systèmes de production. enquête lourde sur une série d'exploitations représentant la diversité de la zone, comprenant le relevé familial, foncier, l'équipement, les successions de culture sur chaque parcelle identifiée sur photo aérienne, les itinéraires techniques types, les problèmes liés à l'irrigation, aux semences, à la fertilisation, aux contrôles phytosanitaires, et à la trésorerie.

-organisations paysannes contacts réguliers et discussions avec les juntas de l'eau, qui recevront restitution du diagnostic en fin de projet.

Eléments de Bibliographie (travaux de l'équipe INERHI-ORSTOM).

Le Goulven P., Ruf T., Ribadeneira H., 1987. -" Methodologie générale et détails des opérations du projet ORSTOM-INERHI".- Quito, Inerhi, Orstom, 91p.

Ruf T., Le Goulven P., 1987. -"L'exploitation des inventaires réalisés en Equateur pour une recherche sur les fonctionnements de l'irrigation".- In: Bull.de liaison n°12, Dpt H, Orstom, Paris, pp-30-47.

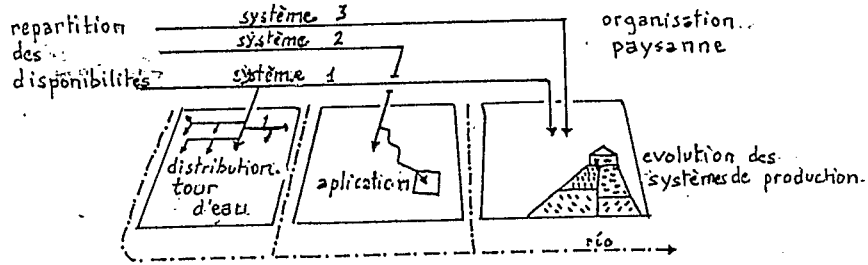
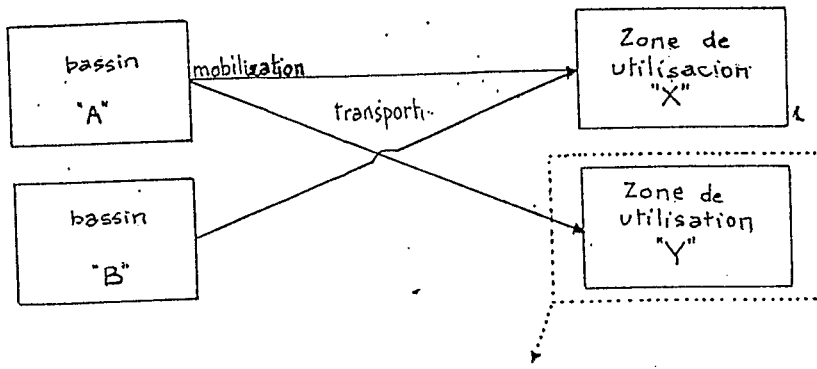
Le Goulven P., Ruf T., Ribadeneira H., 1989. -" Traditional irrigation in the Andes of Ecuador. 1. Research and planning. 2. Dysfunctions and rehabilitation.". - Com. 7th Afro-asian Regional Conf., International Comission of Irrigation and Drainage, Tokyo, 15-25/10/1989, pp 351-371.

En préparation:

Eléments pour les plans d'irrigation des Bassins hydraographiques du Mira, du Guayllabamba et du Pastaza.

Monographies de Zari: Urcuqui, Pifo, Sta Rosa-Pilahuin, Guamote, Gualaceo.

schema 1  
localisation des problèmes d'irrigation



schema 2  
Notions de bassins et de ZARI

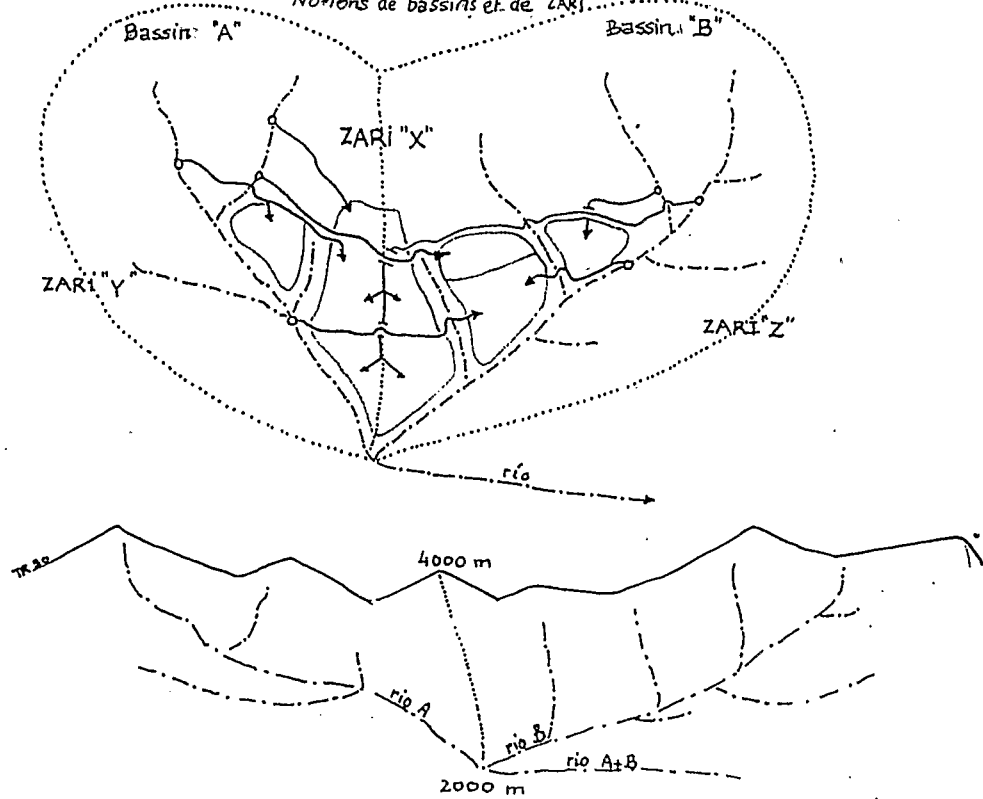
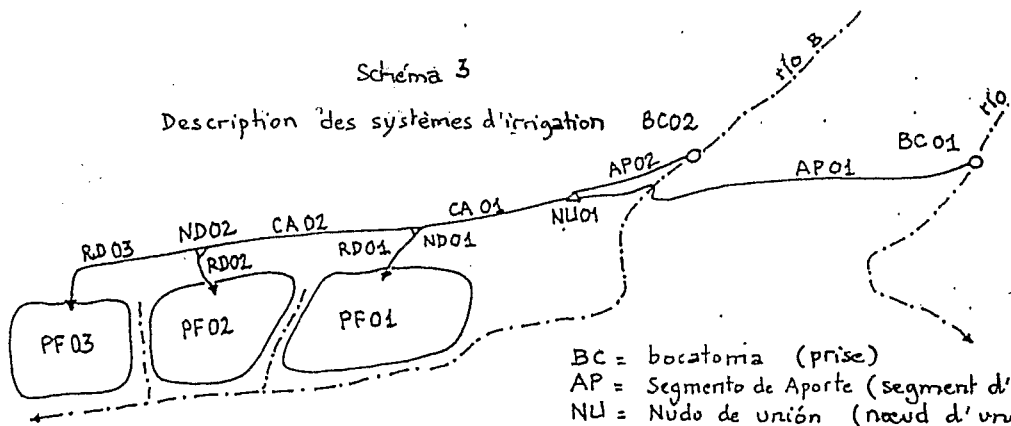


Schéma 3  
Description des systèmes d'irrigation



- BC = bocatoma (prise)
- AP = Segmento de Aporte (segment d'apport)
- NU = Nudo de unión (nœud d'union)
- CA = Canal de transporte (canal de transport)
- ND = Nudo de división (nœud de division)
- RD = Segmento de distribución (segment de distribution)
- PF = Perímetro Final (perimètre final)

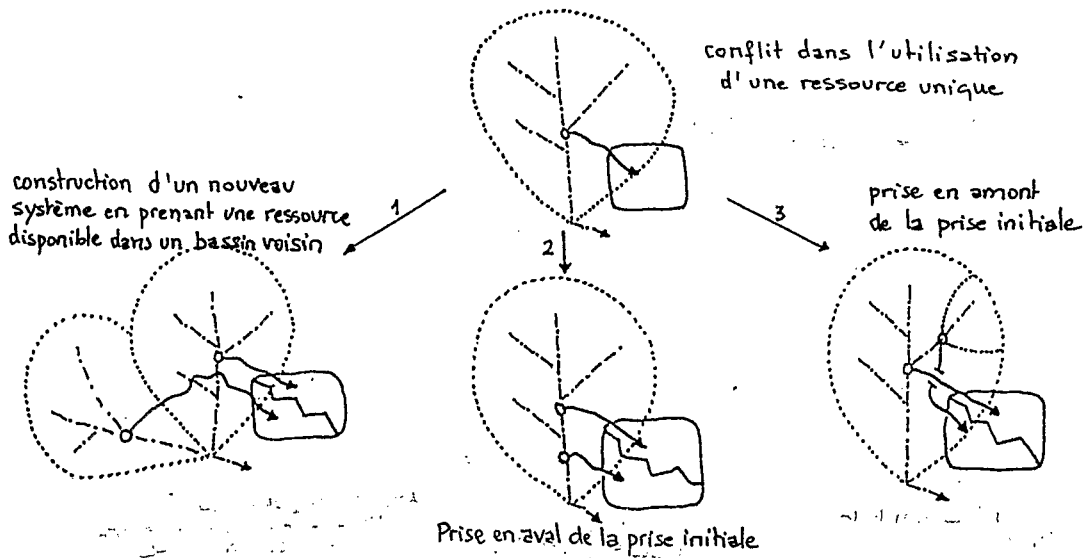


Schéma 4

Evolution d'un conflit et création de nouveaux systèmes