

L'irrigation traditionnelle dans les Andes équatoriennes

Paysage de Santa Rosa Pilahuin dans le centre des Andes équatoriennes. Dans cet étage froid (entre 3 000 et 3 500 mètres d'altitude), la géométrie des champs témoigne de la rationalité technique pour distribuer l'eau et de l'organisation sociale pour diviser le patrimoine foncier en bandes parallèles.



Photo: Thierry Ruf

Le paysage des Andes équatoriennes est en partie structuré par un ensemble complexe de réseaux d'irrigation dont certains canaux remontent à la fin du XVI^e siècle. Leur exploitation est organisée selon des modes de gestion très variés : communautés paysannes indiennes, métis ayant de petites exploitations, haciendas traditionnelles ou totalement mécanisées. La superficie aménagée pour l'irrigation est estimée à 400 000 hectares, soit environ le tiers des terres agricoles utiles des Andes équatoriennes. Les réseaux anciens gérés de façon traditionnelle représentent 80% des infrastructures d'irrigation. Une équipe d'hydrologues, d'agronomes et d'agro-économistes de l'Orstom et leurs homologues équatoriens se sont attachés à répertorier les différents systèmes d'irrigation du pays pour ensuite analyser les plus représentatifs. Ils en ont déduit une typologie de fonctionnement à partir d'indicateurs.



Paysage d'Urcuquí, cultures de canne à sucre irriguée dans l'étage chaud et sec (entre 1 500 et 2 000 mètres d'altitude).

.....

L'eau provient parfois de la fonte des glaciers des volcans les plus élevés, ici le Chimborazo (6 300 mètres d'altitude).



Photo: Thierry Ruf

Les principales caractéristiques de ces réseaux de montagne résident dans l'enchevêtrement des canaux et dans les variations des besoins en eau selon trois étages bioclimatiques différents, arrosés par deux saisons des pluies qui se succèdent de mars à juin, et d'octobre à décembre. Les fonds de vallées, en dessous de 2 200 m d'altitude, constituent un étage subtropical bien ensoleillé, où les pluies ne dépassent jamais 500 mm par an ; le déficit hydrique y est presque permanent. Dans l'étage froid, au-dessus de 3000 m, la pluviométrie est plus abondante avec environ 900 mm par an. Entre ces deux extrêmes, l'étage tempéré reçoit des précipitations irrégulières qui rendent aléatoire la réussite des cultures. L'irrigation est présente dans tous les étages, soit pour stabiliser la production alimentaire pluviale soit pour pratiquer des cultures de contre-saison.



Photos : Thierry Ruf

Les premiers concepteurs de projets d'irrigation ont cherché l'eau là où elle se trouvait et là où personne n'avait encore songé à se l'approprier. La complexité actuelle ne peut s'expliquer sans faire référence à la longue chaîne d'aménagements superposés, phénomène lié à l'accroissement progressif des besoins en eau par la mise en valeur agricole des trois étages bioclimatiques et à la succession de conflits qui en a découlé.

UNE HISTOIRE ANCIENNE

La confrontation entre le système colonial espagnol et la société autochtone indienne s'est d'abord traduite par des conflits d'autorités autour des ressources naturelles, terres et eaux. Au début, les indiens s'adaptent à l'ordre politique et juridique espagnol et fondent, avec l'appui des missionnaires, les premiers

grands réseaux d'irrigation. Par la suite, la confrontation évolue en faveur des bénéficiaires des recompositions foncières, les Espagnols, mais aussi certains métis, héritiers de caciques indiens.

Cinq siècles d'histoire hydraulique ont constamment opposé les haciendas (canne à sucre irriguée dans l'étage chaud subtropical et élevage extensif sur les prairies naturelles de l'étage froid) aux communautés paysannes (coton irrigué dans l'étage chaud subtropical, maïs pluvial dans l'étage tempéré et pomme de terre dans l'étage froid).

Une bonne connaissance de tous les réseaux d'irrigation et le dépouillement systématique des procès sur l'eau (juicios de agua) ont été indispensables pour comprendre comment s'est développée l'irrigation et quels sont les fondements des règles de gestion de l'eau dans les sociétés paysannes. Ces procès sont caractéristiques du système juridico-politique institué par la colonisation espagnole et maintenu globalement après l'indépendance, au XIXe et XXe siècles. 1200 procès ont été inventoriés, localisés et résumés par l'équipe de recherche historique, du XVIe siècle à nos jours. Parmi eux figurent 85 procès concernant la région d'Urququí. Ils ont été interprétés et restitués aux paysans et acteurs actuels de la gestion de l'eau.

L'ÉVOLUTION DES SYSTEMES DE PRODUCTION

L'agriculture des zones irriguées est aujourd'hui bien différente de celle pratiquée lors de la fondation des canaux ; les changements se sont accélérés depuis une trentaine d'années.



Photos : Thierry Ruf

Haut bassin versant du torrent Chiquichua au-dessus de Santa Rosa. L'appropriation de l'eau remonte aux siècles précédents et les conflits sur cette ressource rythment la vie locale et mobilise des arbitrages nationaux.

Ecuador : traditional irrigation in the Andes

The irrigation systems that feed farmland in many parts of the Ecuadorian Andes have a very long history - some existing systems have been in operation since the sixteenth century, and 80% are still managed in the traditional fashion, both on the big haciendas and on the peasants' smallholdings.

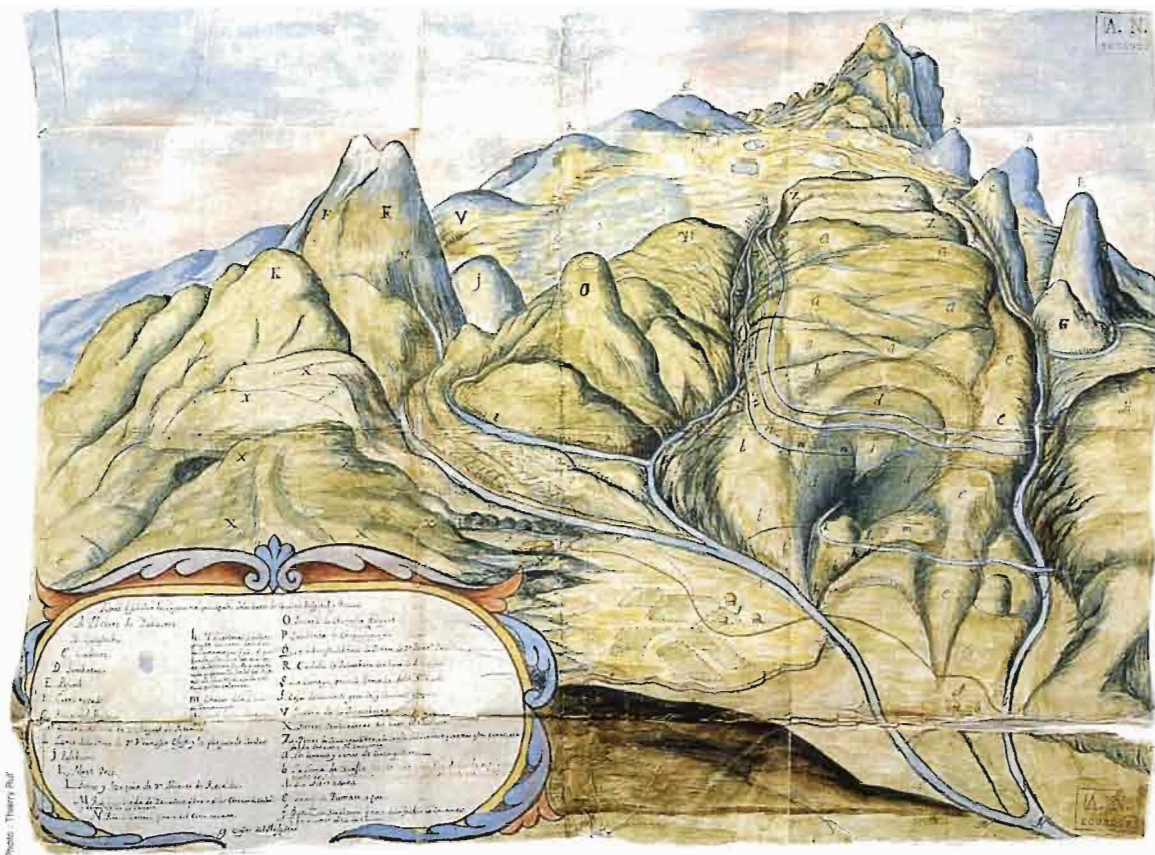
Orstom hydrologists, agronomists and agro-economists joined forces with their Ecuadorian counterparts to make a thorough study of these systems, drawing up a typology, analysing and modelling representative systems, and building up an exhaustive data base known as BIDRIE. With the methods developed in Ecuador, the Orstom team is now continuing its work in other parts of the world.

In Ecuador, besides the field research and data analysis, records of litigation over water resources, based on Spanish colonial law and going right

back to 16th century, furnished a wealth of valuable information.

Despite the inherent fragility of any irrigation system, Ecuador's unlined, earth-dug canals, taking water directly from the streams, were found to be remarkably efficient; only the lack of any system to regulate flow causes major problems, as canals sometimes collapse when over-full. But farming practices have changed, and the biggest problems proved to be social rather than technical. As their methods have become more intensive, farmers have been more and more inclined to ignore the rules on water sharing and distribution - rules often laid down by earlier generations. Through the Orstom project, both the farmers and the authorities were made aware of this problem and of the need for clear regulations, properly adapted to today's situation.

Parchemin de 1735 illustrant les ressources en eau du bassin du Cariyacu et Huarmihuaycu. Archives Nationales d'histoire de Quito.



Ainsi, dans l'étage tempéré du bassin du Mira, les haciendas (plus de 50 hectares) se consacraient autrefois à la grande céréaliculture, utilisant beaucoup de main-d'œuvre. Elles ont évolué vers des systèmes d'élevage extensif sur prairies. L'irrigation n'a pas entraîné un accroissement de la productivité agricole. Elle sert à maintenir une charge animale faible tout le long de l'année à bas coût et sans mobilisation de main-d'œuvre.

Dans les petites exploitations paysannes (1 à 5 hectares), la culture pluviale du maïs, parfois irriguée en complément, fournissait l'alimentation. Dans les années 1970-1980, des cultures spéculatives irriguées de contre-

saïson, le haricot sec surtout, ont enrichi certaines exploitations. Quand il existe, l'élevage est intensif, fondé 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 système emploie une personne par hectare cultivé.

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.



Urcuqui, village d'irrigation traditionnelle face au volcan Imbabura.

La base de données BIDRIE comme aide au plan national d'irrigation

BIDRIE est d'abord une base de données qui rassemble, organise et gère l'ensemble des caractéristiques descriptives et fonctionnelles des systèmes d'irrigation. Les données sont structurées par grands bassins hydrographiques régionaux et les menus déroulants sont construits selon les thématiques développées dans les diverses opérations et

activités du projet :

- les différents espaces de niveau local adaptés au calcul de la ressource et de la demande en eau ainsi que leurs relations,
- les mesures et suivis réalisés sur les systèmes représentatifs depuis la prise d'eau jusqu'à la parcelle,
- les infrastructures de captage, transport et stockage et les périmètres correspondants, soit

plus de 100 données par système d'irrigation inventorié,

- les données hydroclimatiques mensuelles de l'ensemble du pays sur plus de 1000 stations,
- les cycles culturels principaux et les différents modèles de production rencontrés,
- les surfaces potentiellement irrigables.

BIDRIE est aussi un ensemble de logiciels qui

traitent et vérifient l'homogénéité et la cohérence des données brutes, qui produisent des résultats élaborés par analyse et combinaison de différentes informations, qui modélisent le fonctionnement hydrologique du bassin régional et les systèmes de production, qui simulent l'impact sur les prises en aval de toute modification dans les dotations.

LES TENSIONS SUR LA RESSOURCE EN EAU

La faiblesse relative de la ressource en eau n'est pas chose nouvelle. Dès 1536, date du premier décret de Charles Quint, l'État avait prévu d'organiser la répartition des ressources hydriques, sans parvenir à éviter les conflits. Les archives relatent constamment des procès sur l'eau et permettent de reconstituer les conflits, les accords sur la possession des droits d'eau et leur évolution. Au cours de cinq siècles d'histoire, les ressources hydriques ont été peu à peu entièrement valorisées avec la mise en place d'infrastructures et de dérivations toujours plus nombreuses. Depuis le début du XX^{ème} siècle, la demande s'est accrue sensiblement dans tous les étages bioclimatiques. Cette évolution suscite une compétition d'autant plus forte entre les usagers que leur nombre s'accroît, que les terres se divisent et que les cultures s'intensifient.

L'extension de l'espace irrigué ainsi que les revendications paysannes sur la terre et sur l'eau ont conduit l'État équatorien à nationaliser en 1972 toutes les ressources hydriques et à essayer de rationaliser leur usage. C'est dans cette optique que l'équipe franco-équatorienne s'est investie dans une étude régionale hydroclimatique préliminaire qui a permis de fixer les limites d'exploitation de la ressource en eau.

Les séries mensuelles de pluie et d'évaporation ont été analysées par la méthode du vecteur régional (cf. encadré p. 6) pour obtenir des séries climatiques homogènes et de durée suffisante sur l'ensemble de l'espace étudié, à partir d'un réseau peu dense de stations. Les vecteurs résultant de l'analyse climatique sont utilisés comme données d'entrée pour un modèle de transformation pluie-débit. Celui-ci est appliqué à des petits bassins versants à l'intérieur desquels les facteurs conditionnels de l'écoulement sont considérés comme homogènes.

La modélisation des écoulements s'effectue sur les débits naturels reconstitués, ce qui rend nécessaire une bonne connaissance préalable de l'ensemble des volumes dérivés et de leur fluctuation au cours des saisons et au cours des années.

LES PERFORMANCES ACTUELLES DE L'IRRIGATION ANDINE

C'est grâce aux mesures, aux suivis et aux enquêtes menées sur des terroirs irrigués de cinq zones pilotes, choisies dans l'ensemble des Andes - Urcuquí, Pifo, Santa Rosa, Guamote et Gualaceo-Ludo (cf. carte p. 6)-, que l'équipe a identifié les principaux dysfonctionnements de l'irrigation traditionnelle.

Les performances d'un système de transfert d'eau sont fonction du potentiel de l'outil et de la manière dont il est utilisé et géré. Les problèmes rencontrés résultent donc d'une combinaison de dysfonctionnements parfois difficiles à appréhender dans leur ensemble. La collecte, le transport, la répartition et

l'utilisation de l'eau constituent une chaîne fragile d'opérations élémentaires dont le bon fonctionnement est soumis à des incertitudes climatiques et hydrauliques, mais aussi aux contextes sociaux et économiques de chaque région aménagée.

Pour capter l'eau des rivières, il n'y a pas de barages et toute l'hydraulique agricole repose sur la dérivation directe des écoulements naturels. Au niveau du captage et de l'aménagement des cours d'eau, les règles légales doivent être respectées. La plupart des prises sont rudimentaires et fragiles ; elles ne résistent pas à une forte crue, mais se reconstruisent en une seule matinée et ne constituent pas un problème majeur pour le bon fonctionnement du réseau. Par contre, récentes ou anciennes, les prises d'eau comportent rarement des ouvrages de régulation et la surcharge des canaux entraîne des effondrements assez importants que les associations de paysans ont du mal à réparer. La gestion de ce risque est une donnée fondamentale pour assurer l'approvisionnement en eau des périmètres.

Les canaux sont creusés dans la terre et ne sont pas revêtus. Ils sont généralement bordés d'une ligne de végétation abondante qui profite des pertes latérales. Et pourtant, l'efficacité de transport de ces canaux est excellente car, s'ils perdent beaucoup d'eau en chemin, ils en captent autant et parfois plus en jouant le rôle de drains sur le flanc des versants. Les reconstruire, selon les normes en vigueur dans l'ingénierie, serait non seulement coûteux mais inutile dans la plupart des cas.



Photo: Thierry Ruf

Le canal de El Lindero dans les hauteurs de Santa Rosa Pilahuin, un exemple de ces multiples ouvrages anciens et toujours fonctionnels.

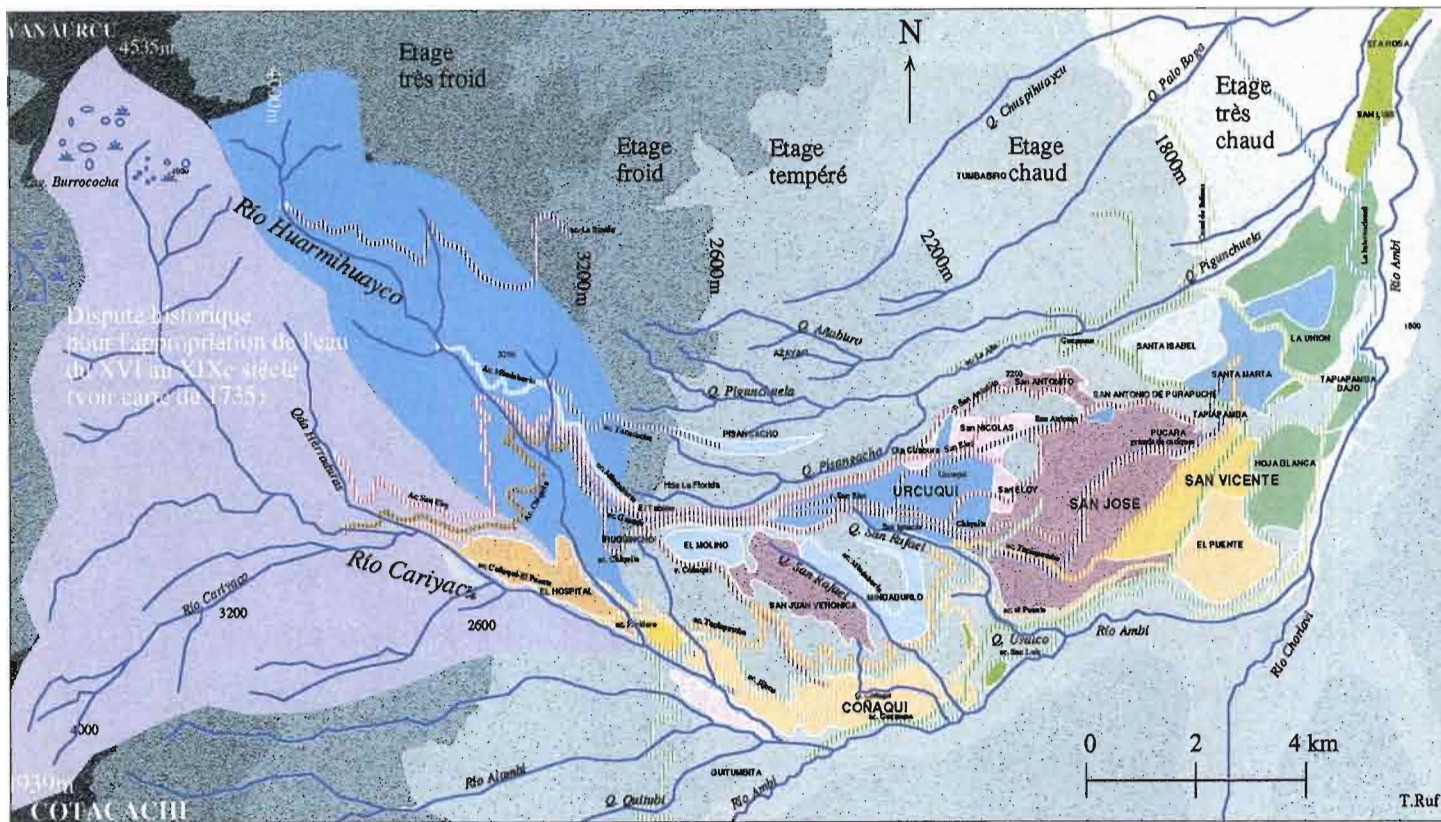
Ecuador : irrigation traditionnelle en los andes

Los sistemas de irrigación que alimentan las tierras de cultivo en vastas zonas de los Andes ecuatorianos cuentan con una larga historia -algunos sistemas funcionan desde el siglo dieciséis, y el 80% aún funciona a la manera tradicional, tanto en las grandes haciendas como en las pequeñas propiedades campesinas. Un equipo de hidrólogos, agrónomos y agroeconomistas reunieron esfuerzos con sus homólogos ecuatorianos con el fin de emprender un profundo estudio de dichos sistemas. Para el mismo, se trazó una tipología, se analizaron y diseñaron sistemas representativos y se construyó una exhaustiva base de datos llamada BIDRIE. Basándose en estos métodos desarrollados en Ecuador, actualmente Orstom continúa su labor en otras partes del mundo.

En Ecuador, además de la investigación de campo y del análisis de datos, los registros de litigios sobre los recursos hídricos, basados en la ley española de la Colonia y que datan

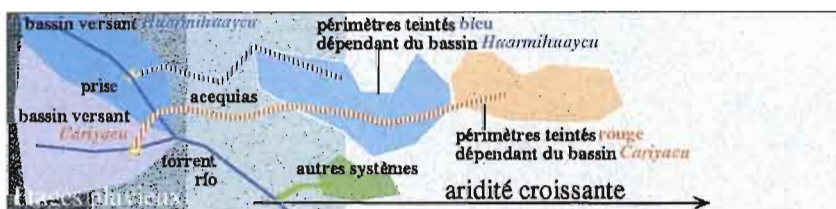
del siglo dieciséis, aportaron una valiosa fuente de información.

A pesar de la inherente fragilidad de todo sistema de irrigación, los canales de Ecuador, subterráneos y sin revestimiento y que llevan agua directamente de los ríos, resultaron ser muy eficientes; El único problema importante es la falta de un sistema regulador de flujo, pues en ocasiones los canales se revientan con el exceso de agua. Al evolucionar las prácticas campesinas, los problemas sociales se han intensificado más aún que los técnicos. Hoy en día, con métodos de irrigación intensivos, los campesinos se ven tentados a ignorar las normas del reparto y distribución de las aguas-las cuales fueron dictadas por generaciones atrás y que resultan obsoletas. A través del proyecto de Orstom, tanto los campesinos como las autoridades han tomado conciencia de este problema y de la necesidad de establecer reglamentaciones claras, adaptadas a la situación actual.



Systèmes d'irrigation traditionnelle de la région d'Urcuqui dans le bassin du rio Mira (Nord des Andes équatoriennes)

Correspondance entre périmètres, canaux et bassins versants des torrents Huarmihuayco (la mère de l'eau en Quechua) et Cariyacu (père de l'eau)



Ce type de représentations permet de comprendre l'organisation complexe du territoire pour l'appropriation et le partage des ressources en eau. Elle éclaire les conflits anciens et actuels de gestion de l'eau.

La méthode du vecteur régional

Cette méthode repose sur deux principes fondamentaux :

- les séries interannuelles des totaux pluviométriques de postes voisins sont pseudo-proportionnelles entre elles,
- l'information la plus probable est celle qui se répète le plus fréquemment.

Mise au point par l'Orstom (Hiez, 1977) pour homogénéiser les données régionales, elle fait l'objet d'un logiciel développé par l'Institut (Cochonneau et al., 1992). Il est ainsi possible non seulement de détecter les valeurs anormales dans les

séries de données annuelles, mais également de reconstituer avec un maximum de vraisemblance les années manquantes aux stations faisant partie d'une même unité climatique.

Pour en savoir plus
Hiez G. (1977) L'homogénéité des données pluviométriques. Cah. Orstom, Série Hydrol., vol. XIV, n° 2 : 129-172.
Cochonneau G., Hiez G. et Séchet P. (1992) MVR 1.5. Logiciel pour la critique, l'homogénéisation et la synthèse d'observations pluviométriques.

C'est au niveau des règles de distribution qu'apparaissent les plus gros problèmes. Les règles en vigueur, souvent héritées des générations précédentes, sont de moins en moins respectées par toutes les parties prenantes car elles ne sont plus adaptées à la situation actuelle. Les besoins des agriculteurs ont beaucoup évolué avec l'intensification des systèmes de production agricole et d'élevage. L'un des résultats de cette étude a été de faire prendre conscience aux intéressés des dérives entre besoins actuels en eau et règles de gestion anciennes. Ceci démontre à l'administration que la réhabilitation des systèmes d'irrigation anciens ne peut se limiter à une simple réfection des infrastructures, mais doit aborder de manière très claire la question des droits d'eau, de leur validité et de leur rénovation.

UNE NOUVELLE POLITIQUE DE GESTION DE L'EAU

Les travaux de l'équipe franco-équatorienne ont apporté les connaissances propres à définir une nouvelle politique de gestion des eaux, plus rationnelle et adaptée aux nouveaux besoins de l'agriculture.

Ces connaissances sont stockées et organisées dans une banque de données informatisée dans laquelle figurent notamment les caractéristiques descriptives et fonctionnelles de l'ensemble des prises, canaux et périmètres et celles des zones qui pourraient être mises en eau. Cette banque est complétée par une série de cartes au 1/50 000. (cf. encadré "Bidrie" p.4).

C'est sur la base du diagnostic émis par le projet que l'Union Européenne, le ministère des Affaires étrangères et le Comité Français pour la Solidarité Internationale ont financé une opération de réhabilitation du système d'irrigation paysan d'Urcuqui en confiant la direction des travaux au Centre international de coopération pour le développement agricole. L'Orstom maintient un appui scientifique à cette opération et met également à disposition l'ensemble des informations recueillies aux autres institutions de coopération et de formation.

Actuellement, l'État équatorien applique une politique économique néo-libérale et diminue son rôle de régulation pour favoriser l'émergence de marchés et l'initiative privée. Les résultats de recherche du projet permettent aux différentes parties prenantes, organismes publics, ONG, associations paysannes et

syndicales de structurer leur politique de l'eau sur des bases plus explicites.

C'est en précisant les méthodes développées en Equateur et en les confrontant avec d'autres expériences que l'équipe de l'Orstom poursuit son effort dans l'analyse des systèmes de transferts d'eau et de leurs performances, en collaboration avec plusieurs équipes d'enseignants-chercheurs des instituts montpelliérains qui pourraient se regrouper autour d'une thématique "Eaux, Techniques et Sociétés" ■

Thierry Ruf

Département "Sociétés, urbanisation, développement" UR "Espace et territoires"

Patrick Le Goulven et Roger Calvez

Département "Eaux continentales", UR

"Dynamique, enjeux et usages des hydrosystèmes régionaux"

Hugo Ribadeneira, Miguel Alemán,

Marcelo Proaño

Instituto ecuatoriano de recursos hidráulicos

Pablo Nuñez

Pontificia universidad católica del Ecuador.

Paysage de Santa Rosa Pilahuin dans le centre des Andes équatoriennes. Dans cet étage froid (entre 3 000 et 3 500 mètres d'altitude), la géométrie des champs témoigne de la rationalité technique pour distribuer l'eau et de l'organisation sociale pour diviser le patrimoine foncier en bandes parallèles.

Pour en savoir plus

Gondard P., 1985. L'utilisation des terres dans les andes équatoriennes, de l'inventaire à la dynamique des transformations. Les cahiers de la recherche développement, 85(6) : 45-54.

Haberstock F., Ruf T., 1992. Détermination des productivités des activités agricoles de base. Quito, ORSTOM, INERHI, 35 p.

Le Goulven P., Aleman M.A., Osorno I., 1988. Homogénéisation et régionalisation pluviométrique par la méthode du vecteur régional. In : Quinto congreso de hidráulica del Ecuador, Quito, Equateur, Asoc. Ecuat. de Hidráulica, 21 p.

Le Goulven P., Ruf T., Ribadeneira H., 1989. Traditional irrigation in the Andes of Ecuador. 1) research and planning. 2) dysfunctions and rehabilitation. In : 7th afro-

asian regional conf., Tokyo, 15-25/10/1989. Japon, ICID, p.351-371. **Le Goulven P., Ruf T., Dattée E., Linossier I., Gilot L.**, 1992.

Localisation, organisation et caractérisation de l'irrigation dans les Andes équatoriennes : bassin du Mira, synthèse (tome 6), Quito, Orstom, INERHI, 192 p.

Pourrut P., 1980. Estimation de la demande en eau du secteur agricole et des disponibilités pour la satisfaire, éléments base pour la planification de l'irrigation en Equateur. Cahiers de l'Orstom, série hydrologie, 80(XVII-2) : 91-127.

Ruf T., Le Goulven P., 1987. L'exploitation des inventaires réalisés en Equateur pour une recherche sur les fonctionnements de l'irrigation. Bulletin de liaison

du département H - Orstom, 87(12) : 30-48. **Ruf T., Le Goulven P., Sabatier J.L.**, 1992. Modélisation de l'économie agricole dans un espace irrigué. méthodologie de la construction d'un modèle économique avec G.A.M.S. Quito, Equateur, Orstom INERHI, 34 p.

Ruf T., Nuñez P., Enfoque histórico del riego tradicional en los Andes ecuatorianos. Memoria, 91(2) : 185-281.

Ruf T., 1993. La maîtrise de l'eau par une société andine équatorienne : dilemme entre innovation de gestion et conservation des ressources hydriques. Urcuqui

1. La fondation ancienne des réseaux d'irrigation. 2. Le partage de l'eau au XXe siècle. In : Innovations et sociétés, 13-16 septembre 1993, Montpellier - France,

Cirad - Orstom, 22p. **Sabatier J.L., Ruf T., Le Goulven P.**, 1991. Dynamiques des systèmes agraires irrigués anciens, représentations synchroniques et diachroniques; l'exemple d'Urcuqui en Equateur. Les cahiers de la recherche-développement, 91(29) : 30-44.

'Acequias, des canaux dans les Andes', film qui retrace les étapes d'analyses du fonctionnement de l'irrigation traditionnelle. Réalisé sous la direction scientifique de Patrick Le Goulven, Thierry Ruf, Roger Calvez et Luc Gilot, ce film a été tourné en accompagnement des travaux sur le terrain. Disponible en version française et espagnole dans les formats VHS Pal, Secam et NTSC.



Photo: Thierry Ruf

Ruf Thierry, Le Goulven Patrick, Calvez Roger, Ribadeneira H.,
Aleman M., Proano M., Nunez P.

L'irrigation traditionnelle dans les Andes équatoriennes

ORSTOM Actualités, 1996, (49), p. 2-7. ISSN 0758-833-X