

In :
Les Cahiers de la Recherche Développement
n° 29, mars 1991, pp 30-44.
Centre International de Recherche Agronomique
pour le Développement,
DSA/CIRAD, Montpellier, 1991.

DYNAMIQUES DES SYSTEMES AGRAIRES IRRIGUES ANCIENS : REPRESENTATIONS SYNCHRONIQUES ET DIACHRONIQUES.

L'exemple d'Urcuquí en Equateur.

par Jean-Luc SABATIER*, Thierry RUF** y Patrick LE GOULVEN**

Résumé

Les réseaux d'irrigation anciens représentent dans le monde près de la moitié des superficies irriguées et la majorité des paysans utilisant l'irrigation produisent sous ces canaux au passé parfois millénaire. Délaissés par le développement moderne, méconnus des chercheurs, ces réseaux connaissent pour une grande part des difficultés de fonctionnement. La réhabilitation de ces systèmes semble constituer un thème majeur pour le développement agricole des prochaines décennies.

Des chercheurs engagés dans une réflexion sur les réhabilitations de réseaux de montagne en Equateur témoignent de la complexité des dysfonctionnements, proposent des outils pour comprendre les évolutions en combinant une approche diachronique des réseaux et une représentation synchronique des systèmes agraires.

Une modélisation d'un système agraire irrigué local a été réalisée ex-ante dans le but de promouvoir une négociation sur le changement technique et social entre les partenaires des réhabilitations, administrations de l'eau et associations de paysans.

Mots clefs : Modélisation - Hydraulique agricole - Gestion de l'eau - Economie - Réhabilitation - Andes - Equateur.

* CIRAD-CNEARC
** ORSTOM

13 OCT. 1993

ORSTOM Fonds Documentaire

N° 38 207 ex 1

Cote :

B

M

P30

Abstract

Nearly half of irrigated areas in the world are supplied by old irrigation networks, and the majority of farmers using irrigation use canal which are sometimes up to a thousand years old. These systems are not concerned by modern development and little-known by researchers and experience considerable operating difficulties. The rehabilitation of these systems would appear to be a major topic for agricultural development in the coming decades.

Researchers investigating the rehabilitation of mountain networks in Ecuador report the complexity of the malfunctioning, propose methods for understanding evolution by combining a diachronic approach to the networks and synchronic representation of the agrarian systems.

A local irrigated agrarian system was performed to promote negotiation concerning technical and social change between those concerned in rehabilitation, water agencies and farmer's associations.

Key words : Modelling - Agricultural hydraulics - Water management - Economics - Rehabilitation - Andes - Ecuador.

Resumen

Las redes antiguas de riego representan en el mundo cerca de la mitad de las superficies regadas y la mayoría de los campesinos que utilizan el riego producen utilizando esos canales a veces milenarios. Abandonadas por el desarrollo moderno, desconocidas por los investigadores, tales redes presentan gran cantidad de dificultades de funcionamiento. La rehabilitación de esos sistemas parece constituir un tema mayor para el desarrollo agrícola de los próximos decenios.

Investigadores comprometidos en una reflexión sobre la rehabilitación de redes de montaña en el Ecuador dan cuenta de la complejidad de sus disfuncionamientos y proponen medios de acción para comprender su evolución combinando un análisis diacrónico de las redes con una representación sincrónica de los sistemas agrarios.

Previamente, se realizó la modelización de un sistema agrario regado local con el objetivo de promover una negociación relativa al cambio técnico y social entre los participantes en la rehabilitación, los organismos que manejan el agua y las asociaciones de campesinos.

Palabras claves : Modelización - Hidráulica agrícola - Manejo del agua - Economía - Rehabilitación - Andes - Ecuador.

INTRODUCTION

De la réhabilitation de systèmes irrigués anciens...

La réhabilitation des systèmes irrigués anciens constitue l'exercice le plus difficile en matière d'innovation agricole. Elle exige un effort de compréhension et de représentation de l'existant sans précédent. Or, très souvent, les politiques concernées visent à faire table rase du passé. Aujourd'hui, réhabiliter c'est d'abord effacer l'ancien.

Pourtant, réhabiliter, au sens étymologique, ce n'est pas simplement rénover mais c'est aussi rétablir dans leurs droits un groupe de personnes, ce qui oblige à s'intéresser au minimum à leur histoire.

Réhabiliter c'est avant tout reconnaître qu'il y a crise de reproduction d'un système et non simple crise d'adaptation, ce système ne pouvant évoluer seul, de ses propres forces, sans courir à la destruction. Un système irrigué est, en effet, un construit social historiquement constitué. Le réseau qui le sous-tend, même complexe, acquiert, de façon évidente, son intelligibilité par l'histoire. Cette lecture essentielle permet une approche non réductrice et donne à l'espace irrigué sa signification réelle : espace aux enjeux multiples, anciens et complexes, dont la face actuelle n'est qu'une étape d'une crise ancienne à une crise nouvelle attendue et redoutée.

Mais si la recherche historique diachronique permet une approche de l'évolution de cette complexité, elle n'a pas la fonction de développer une théorie de la réhabilitation.

Malgré les discours, il faut bien reconnaître que l'on tâtonne et qu'il est nécessaire de mettre en œuvre d'autres formes de représentation dont les contradictions théoriques ne manquent pas, mais qui ont la vertu de leur simplicité et quelquefois de leur efficacité.

Un système irrigué est un système agraire local ou régional dont la représentation synchronique est toujours possible. Le chercheur peut tenter alors un exercice de modélisation dont la finalité est, à partir de la simulation de la sensibilité des paramètres de fonctionnement du système agraire au demeurant très simplifié, de saisir ses marges d'évolution : mobilisation du travail, artificialisation du milieu, assolement, relations agriculture-élevage, niveaux de production, de consommation et d'échanges. La validité des résultats dépend bien entendu de la qualité du modèle.

À partir de la synthèse de ces deux approches, diachronique et synchronique, on peut espérer proposer des solutions particulières à un problème de réhabilitation ; en clair, rechercher les innovations possibles et nécessaires qui permettront au système en question de franchir la crise actuelle, voire de prévenir une nouvelle crise, avec toutes les réserves théoriques qu'on peut émettre sur ce type d'approche.

La connaissance de l'histoire d'un réseau dont on donnera ici qu'une vision très fragmentaire, et d'un modèle linéaire, permettent de simuler l'influence soit de changements et d'innovations soit de crises dans la gestion de l'eau : impact possible de nouvelles dotations sur les systèmes de production. Ces résultats techniques sont ensuite mis en relation avec les dynamiques sociales identifiées.

DEFINITIONS DES CONCEPTS ET PROBLÈMES DE REPRÉSENTATION DE SYSTÈMES AGRAIRES IRRIGUÉS ANCIENS

Théorie des systèmes d'irrigation restreinte en tant que systèmes sociaux de gestion de l'eau

Système agraire : système d'exploitation de la Nature historiquement constitué pour satisfaire les besoins d'une population à une époque donnée (MAZOYER, 1985)

Système irrigué : situation particulière où l'artificialisation du milieu permet de diminuer fortement les risques climatiques

Système d'irrigation ancien : situation où la phase de l'artificialisation est terminée, impulsée, dans le cadre de relations socio-économiques pré-capitalistes, par une autorité sociale aménagiste

Réseau d'irrigation : résultat de la chaîne opératoire transformant l'eau de pluie en eau d'arrosage et comprenant toujours collecte, transport, distribution et application de l'eau
au sein du réseau, la division sociale du travail est généralement forte entre production de l'eau et utilisation

Système d'irrigation restreinte : situation où, pour des raisons multiples, le réseau n'occupe pas tout l'espace utilisable pour la production agricole.

Un système irrigué ancien a longtemps été considéré comme la réponse courante à une explosion du facteur démographique (E. BOSERUP) prenant modèle sur les sociétés d'Asie du sud (Inde et Pakistan) : l'innovation forcée. Aucune vision historique ne sous-tendait ce modèle, ce qui en limitait la portée mais avait le mérite, après l'échec des révolutions vertes, de renvoyer à la réflexion d'auteurs ayant traité du sujet. En particulier, WITTFOGEL apportait, dès 1930, une contribution importante à l'étude des sociétés hydrauliques. Reprenant les travaux de MARX sur le mode de production asiatique, il décrit les sociétés hydrauliques comme des formations sociales despotiques. Ces sociétés (Chine, Égypte, Sumer) reposent sur un pouvoir central fort, des masses laborieuses nombreuses et des castes de spécialistes tributaires du pouvoir central, éligibles et révocables.

Historiquement, les pouvoirs centraux ont cherché à étendre leur influence par le droit, les réalisations hydrauliques toujours plus complexes ou même par la conquête de systèmes hydrauliques périphériques (empire Inca, Royaume d'Akoça à Sri Lanka). Ces sociétés ont résisté longtemps au mode de production capitaliste dominant.

On ne peut transposer l'analyse de WITTFOGEL aux systèmes d'irrigation restreinte en l'absence de despotisme institutionnel. Nous faisons toutefois l'hypothèse que toutes les sociétés ayant un patrimoine hydraulique ancien ont connu dans leur passé une transition asiatique qui réalisait la première étape d'édification hydraulique : seigneurie banale dans la France méditerranéenne et la Catalogne aux XI^{ème} et XII^{ème} siècles ; *encomienda* espagnole aux débuts de la colonisation en Équateur.

L'originalité de la thèse de WITTFOGEL n'est pas tellement la vision despotique mais la possibilité de battre en brèche le modèle agricole de développement de l'hydraulique. L'origine de l'hydraulique ne se situerait peut-être pas dans les strictes contingences de la production agricole mais serait la rencontre de deux modèles méfiants, hostiles quelquefois : ville-campagne, seigneur-paysans, etc. que tout oppose mais qui vont coopérer de façon étroite par l'alchimie des procédures et des règlements. Aussi, la phase initiale de création des réseaux est-elle importante à saisir. Elle fixe en général un droit écrit auquel se référeront toutes les parties prenantes des futurs conflits d'utilisation des eaux.

Les étapes d'évolution sont aussi autant de clefs de compréhension qu'il est difficile d'éluider. Le problème central n'est pas celui de l'évolution des pratiques d'arrosage, si intéressant sur le plan ethnographique, mais bien l'évolution des dotations et de la distribution qui est le reflet des rapports sociaux de production. Il s'agit, par exemple, de savoir quand et comment on est passé d'une distribution de l'eau de type « clanique » à un tour d'eau rationnel marquant l'individualisation des processus de production. Qu'est-ce qui fait, comme le dit G. BÉDOUCHA, que « L'eau est l'amie du puissant ! » ?

On peut schématiser un système irrigué comme un système social de gestion de l'eau qui s'appuie sur :

un savoir-faire hydraulique et agronomique (évaluation de la ressource, captage, transfert, réseau, partage, application, besoins en eau des cultures, fréquence travail)

une division du travail entre les acteurs chargés de produire en irriguant et les acteurs chargés d'amener l'eau dans les meilleures conditions

une autorité hydraulique assurant : des fonctions d'enregistrement de droits d'eau, des fonctions de transmission de droits, des fonctions de police de l'eau, des fonctions de maintenance hydraulique, des fonctions de partage des charges (en travail et financières).

Cette autorité réalisant les principales de la démocratie hydraulique : elle applique à tous le règlement contractuel, les règles sont équitables, contraignantes, tout en assurant des marges de liberté et d'adaptation, la concentration des droits est rejetée, la demande sociale en eau peut évoluer (nouvelles orientations agricoles, nouveaux acteurs) et amener une renégociation des accès à l'eau, l'offre en eau peut diminuer et susciter un équitable partage du déficit, l'autorité hydraulique peut être révoquée si elle n'assure pas ses fonctions.

Si le système vise bien entendu à minimiser le risque hydrique à un moment donné, comme le précisait la première définition, il n'en était pas forcément de même à l'origine. Au Moyen Âge, on a construit des canaux pour les moulins et la force hydraulique (droit d'eau = *molino* en catalan) ; l'utilisation de ces canaux pour l'irrigation est plus tardive.

L'irrigation, même restreinte, est avant tout ce « construit social » cité plus haut, obéissant à des règles anciennes, jamais totalement figé mais souvent évoluant au sein de rapports sociaux de production stables. Dans les sociétés pré-capitalistes, ce construit social revêtait la forme d'une institution communautaire avec une division des tâches entre les producteurs pratiquant les arrosages et les responsables de la reproduction hydraulique recrutés souvent dans l'élite paysanne à la dévotion d'un groupe de puissants, comme dans les formes despotiques des sociétés asiatiques.

Cette institution garantissait à l'utilisateur son droit et la réalisation pratique de ce droit. À ce titre, elle était reconnue comme autorité sociale et en tant qu'autorité, elle pouvait exiger un travail et une ponction sur la production, cette ponction étant prévue pour servir à la reproduction, voire l'élargissement du système.

Classification des systèmes agraires irrigués anciens

Elle repose en première approche sur une typologie géographique selon les critères suivants :

la géomorphologie (montagnes, plaines alluviales, deltas, etc.) et l'hydrographie (régimes torrentiels, fluviaux avec crue, oued et utilisation de ressources souterraines)

les climats (zones arides, semi-arides, saison sèche particulière dans une zone à forte pluviométrie)

l'ampleur des réseaux d'irrigation constitués (gestion de l'eau plus ou moins complexe pour la mobilisation, le transport, la répartition, la distribution)

l'ancienneté des aménagements (technologies de l'irrigation, organisations sociales, règles de fonctionnement)

la situation démographique actuelle

les types d'agriculture (paysanne, grandes unités de production, intégrés plus ou moins aux marchés régionaux, nationaux ou mondiaux).

Hypothèse de dysfonctionnement

La vie d'un système d'irrigation évolue souvent vers une saturation relative de la ressource du fait :

des demandes sociales de nouveaux acteurs qui rendent plus complexe l'application des règles anciennes et augmentent les risques de dysfonctionnements

de l'individualisation des processus de production et de décision agricoles entre en contradiction avec la structure communautaire de gestion du réseau.

Le processus de saturation est complexe. La demande de nouvelles règles correspond souvent à des changements fondamentaux de pôles de spécialisation entre des cultures à cycles courts et besoins en irrigation fréquente et des cultures avec des besoins radicalement différents. Il s'accompagne en général de crises fortes et de procès nombreux.

L'hypothèse sur laquelle se fondent nos recherches peut être formulée de la manière suivante :

La gestion des systèmes irrigués anciens a été établie sous des rapports sociaux pré-capitalistes, dans des conditions démographiques différentes à celles connues aujourd'hui

Elle a été soumise aux changements agro-économiques liés à l'intégration des économies paysannes aux marchés mondiaux, et aux processus d'individualisation des exploitations familiales paysannes

Elle repose aujourd'hui en partie sur des autorités bureaucratiques établissant de nouvelles règles de droit sur les eaux.

Cela se traduit par l'apparition de dysfonctionnements (conflits crises) :

dans la mobilisation de l'eau (compétition sur les ressources) ;

dans la maintenance des ouvrages pour garantir les transferts d'eau prévus (participation des parties prenantes en efforts de travail et en capital) ;

dans la répartition des dotations entre groupes, périmètres (justice dans les règles de dotation et formes de contournement) ;

dans la distribution au sein d'un périmètre (règles du tour d'eau et respect de celles-ci).

L'ensemble des risques de dysfonctionnements de gestion des réseaux amène les agriculteurs, selon leur situation (trajectoire), à prendre des décisions stratégiques : choix de systèmes de culture (compte tenu d'obligations éventuelles d'assolements où l'extérieur de l'environnement paysan peut jouer un rôle fondamental, comme par exemple, paysan en métayage, imposition d'une sole collective, imposition d'une culture de rente, etc.).

I - REPRESENTATION DES SYSTEMES AGRAIRES

1. Les problèmes de représentation

La représentation de systèmes agraires s'appuie généralement sur des méthodes descriptives parfois très lourdes dans l'acquisition des données comme dans le traitement de l'information. Le diagnostic aboutit à une représentation illisible (grands tableaux, grands schémas de fonctionnement), non quantitative et non opérationnelle : il est difficile de prendre des décisions à la lecture de ces documents. Parfois, la représentation a été simplifiée dans le but de la rendre lisible, mais la caricature produite ne reflète guère l'importance du dispositif de recherche et d'acquisition de l'information, ou bien, si tel était l'objectif, ne justifie probablement pas ce dispositif lourd.

La démarche diachronique complète, voire précède la démarche synchronique. Les sources d'information se trouvent dans différentes archives historiques régionales et locales. La méthode d'investigation se base sur une très bonne connaissance du système agraire actuel acquise par enquêtes et observations de terrain (associées aux consultations bibliographiques et techniques disponibles, comme les éléments décrivant les milieux physiques, le climat, etc.). On recherche ensuite une situation de référence dans la documentation ancienne, pour laquelle on dispose de suffisamment d'informations. Dans la mesure du possible, la situation idéale est la reconstitution du système agraire avant aménagement hydro-agricole. On cherche alors à reconstituer les étapes des aménagements, dont le déroulement n'est pas « linéaire » mais est le reflet des successions de crises, de restructuration et de phases de croisière.

La finalité de cet exercice est bien entendu la représentation la plus claire et la plus précise possible du système agraire irrigué (technologie, relations sociales, productivités, partage des surplus).

Une modélisation à caractère économique a l'avantage de la simplicité même si elle n'est pas apte à traduire tous les comportements sociaux.

Plus spécifiquement, la modélisation de l'économie dans un système agraire a pour but, connaissant les bases techniques et économiques des agricultures pratiquées, d'en donner une image dynamique, dans le cadre d'échanges en partie monétarisés. Le modèle vise à quantifier les activités de base (production, consommation, ventes, échanges de travail, échanges de produits) retrouvant l'équilibre économique local actuel.

Son utilisation permet de cerner les effets induits par des changements progressifs des conditions de production, en l'occurrence en agissant sur la satisfaction des besoins en eau. Mais l'écriture du modèle est telle que les paramètres peuvent être modifiés et actualisés (ajouter une activité nouvelle, redéfinir les coûts et les prix unitaires, créer de nouvelles contraintes ou règles, etc.). Par la quantification et par son aspect dynamique, la modélisation est une représentation du système agraire qui permet le dialogue et qui appuie la prise de décisions.

Mais ce n'est pas simplement un artefact.

L'étude des systèmes agraires d'économie paysanne repose en général sur la caractérisation des groupes sociaux homogènes et de ceux qui sont antagonistes. Elle relève de l'anthropologie sociale. Aux sociétés paysannes étaient attachées autrefois des particularismes idéologiques — *Part society with part cultures* (KROEBER) — qui faisaient percevoir l'analyse économique comme inopérante dans le champ des sociétés paysannes.

Aujourd'hui, économistes et anthropologues s'accordent sur la définition de sociétés paysannes de transition — « peasants are seen as representing a fraction from relatively dispersed isolated and self sufficiency communities toward fully integrated market economies » (Frank ELLIS). Ainsi, le modèle économique fait partie des représentations anthropologiques possibles.

Cette idée est sensible dans l'économie néoclassique mais aussi déjà chez CHAYANOV qui, à travers les trajectoires multiples d'une unité de production, examine non seulement les ajustements internes à l'environnement économique — accès au travail, à la terre, au capital, trésorerie etc. — mais encore le cheminement social et le choix des individus. L'économie classique et néoclassique a largement développé l'idée de choix en développant les concepts de coût, d'opportunité et d'avantages comparés.

D'après les théories marxistes, l'opposition anthropologie-économie est dépassée par la notion de rapports sociaux de production. Tout changement social et/ou changement technique naît de la contradiction entre le développement des forces productives et l'évolution des rapports sociaux de production. Le changement ne se produit qu'à l'épuisement des " combinaisons de toutes les forces productives au sein des anciens rapports de production" , c'est à dire la limite possible de l'activité de production d'un ou plusieurs groupes sociaux.

Cette approche est bien connue des économistes comme un problème d'allocation des ressources sous « contraintes sévères ». La programmation linéaire est alors une méthode opératoire pour étudier l'allocation des ressources entre cellules de production-consommation quand les intrants sont limités en quantités physiques (F. ELLIS, p. 37).

L'édifice mathématique de la programmation linéaire sous-tend que les fonctions de production sont linéaires. Il fixe le niveau de production en fonction du facteur le plus limitant : terre, eau, capital, travail. Ces deux points offrent de nombreux inconvénients : d'une part, les réponses aux stimuli biologiques sont rarement linéaires. D'autre part, on ne sait pas vraiment quand le travail devient le facteur limitant en économie paysanne. La modélisation est inévitablement sommaire.

On peut toujours implicitement rejeter la fonction de maximisation du programme linéaire en arguant que le profit n'est pas moteur de l'économie paysanne : on peut alors fabriquer d'autres fonctions d'utilité (maximiser des stocks alimentaires ou des consommations sociales, introduire des objectifs des appareils d'État, etc.).

On peut également se demander où réside l'intérêt de ne pas représenter les différents acteurs du système agraire dans le modèle. (Le modèle Urcuquí prend en compte des travailleurs journaliers et des cellules de production non structurellement signifiées.) Il serait illusoire, à notre avis, de vouloir schématiser toutes les relations sociales de production à travers un programme linéaire, et s'il existe évidemment des conflits dans l'accès aux ressources, les limites de production dans une société aux rapports sociaux de production établis restent rigoureusement les mêmes.

En définitive, la démarche nous permet d'appréhender l'effet du changement technique sur le surplus en univers certain (prix, marché) mais non la répartition sociale de ce surplus, approchée par d'autres méthodes. Ce modèle apparaît comme un outil évolutif dans sa conception (on peut améliorer sa construction au fur et à mesure des connaissances sur la région) et dans son utilisation (on peut actualiser les simulations en fonction des circonstances nouvelles), mais en cas de changement de système agraire, rupture de relations de production, changement démographique brutal, etc., il faut construire un nouveau modèle.

2. Le modèle proposé pour Urcuquí (figure 1)

Les types d'activités sont :

- activités de production végétale (exemple : culture extensive du maïs) ;
- activités de production animale (exemple : atelier de porcs) ;
- activités d'artificialisation du milieu (exemple : irrigation) ;
- activités d'échanges économiques : autoconsommation, ventes et achats (exemple : de céréales alimentaires) ;
- activités de la population : travail agricole ou extérieur, migration, etc.

Chacune de ces activités a un coût unitaire si elle représente une dépense pesant sur les charges d'exploitation ou bien un prix unitaire si elle contribue au revenu agricole.

Chaque activité « consomme », « produit », est « contrainte » par des limites de fonctionnement et joue dans des bilans de fonctionnement du système agraire.

Ces notions sont traduites par les « intrants », définis pour construire la matrice du modèle (cf. annexes) : eau, terre capital.

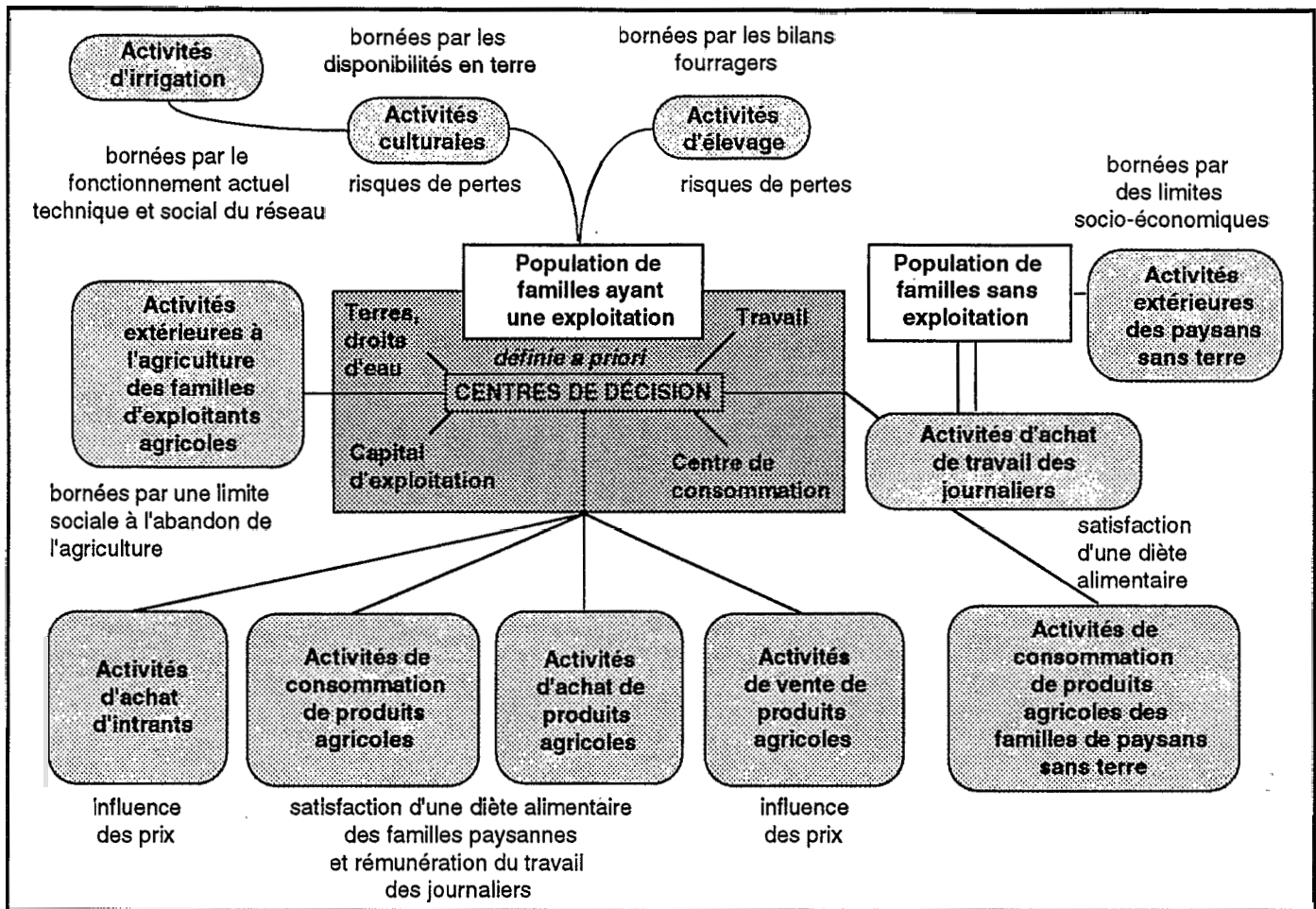


Fig. 1 - Schéma général de la modélisation d'un étage agro-écologique

En outre, un risque empirique est attaché aux différentes activités de production végétale du modèle lié aux problèmes d'irrigation d'été (risque d'interruption de services, risques liés à la longueur des tours d'eau, etc.), aux incertitudes des marchés, aux calamités agricoles.

Il est exprimé en proportion des superficies touchées par ces risques et en pertes financières (pertes globales de récolte). De la même manière, on a établi un risque sur la production animale (part d'unités animales touchées et pertes sèches sur ces incidents de production).

On cherche à optimiser le modèle, c'est-à-dire à trouver la meilleure combinaison d'activités sur la base d'un choix économique préalable, celui de maximiser le revenu agricole de la population tout en garantissant son alimentation.

Mais il faut respecter certaines contraintes comme les limites de superficies disponibles, les dotations en eau existantes, les disponibilités en travail. Pour rendre compte des équilibres qui régissent le « modèle agraire », on calcule des bilans sur les assolements, les besoins hydriques, le travail, les achats d'intrants, la satisfaction de la diète alimentaire, l'utilisation des productions.

II - L'EXEMPLE DU SYSTEME D'URCUQUI DANS LES ANDES EQUATORIENNES.

1. Présentation du système agraire d'Urcuquí

Les systèmes agraires irrigués andins du Nord de l'Équateur sont caractérisés par :

- un climat tropical d'altitude à deux saisons sèches dont la pluviométrie varie de 300 à 1 000 mm de l'étage subtropical (1 500 - 2 200 m) à l'étage tempéré (2 200 - 2 800 m) et à l'étage froid (2 800 - 3 200 m). À 2 000 m d'altitude, une analyse fréquentielle de la pluie fait apparaître un déficit hydrique mensuel compris entre 70 et 100 mm toute l'année (voir annexe 1) ; cependant, les périodes de février-mars et octobre-novembre peuvent être considérées comme sub-humides ($P > ETP/2$) et aident à la réalisation de semis en pluvial ; l'irrigation dans l'étage tempéré est une irrigation de complément ; elle est assurée par la réserve en eau que constituent les *paramos* des hauts bassins d'altitude régulièrement arrosés (Ambi, Huarmi-huaycu et Cariyacu) ;
- un relief d'*altiplano* volcanique structuré par deux cordillères et entaillé par un réseau hydrographique torrentiel agressif avec création de gorges isolant les terroirs agricoles constitués sur andosols (texture légère) ;
- une présence de réseaux d'irrigation nombreux et denses dérivant des débits de quelques litres à quelques centaines de litres par seconde, à partir de torrents à régimes incertains ;
- un démarrage ancien des aménagements ; la phase initiale de construction se situe dans la deuxième partie du XVI^e siècle pour les premiers canaux, les aménagements se poursuivant jusqu'au XX^e siècle ;
- une démographie forte dans l'étage tempéré (de l'ordre de 300 habitants au kilomètre carré), moyenne dans l'étage subtropical (100 hab./km²) et faible dans l'étage froid (60 hab./km²) ; indiens, descendants d'Espagnols, noirs et métis forment une population composite, travaillant dans des structures d'exploitation diverses, *minifundios*, petites exploitations et haciendas.

Le système agraire est appréhendé au niveau d'un espace d'aménagement cohérent : la Zone d'Analyses et de Recommandations pour l'Irrigation (ZARI). C'est l'unité spatiale de la mobilisation, du transport et de l'utilisation de l'eau d'irrigation : c'est l'espace de la demande en eau (RUF, LE GOULVEN, 1987). La ZARI est historiquement constituée, comme espace social de production de l'irrigation.

2. Situation actuelle du système agraire

La ZARI d'Urcuquí comprend les trois étages bioclimatiques. Le village de paysans métis se trouve dans la zone tempérée, à 2 300 m d'altitude.

Environ 225 familles paysannes utilisent un finage de quelques 320 ha où ils pratiquent une polyculture plus ou moins associée à l'élevage. Par ailleurs, dans cet étage, des haciendas et de petits propriétaires de *fincas* exploitent encore près de 400 ha irrigués par divers canaux, le plus souvent sous forme de pâturages, et 200 ha en sec où l'on tente une culture de maïs très risquée.

Au-dessus du périmètre villageois, une population métisse et indienne vit dans l'étage froid (1 000 ha en sec et 500 ha pouvant être irrigués par de petits canaux).

Une réserve fourragère de 1 000 ha de prairies de haute altitude existe au-dessus de l'espace cultivé (*paramo*). Le système d'exploitation dominant est l'hacienda d'élevage bovin extensif.

En dessous du village d'Urcuquí s'étend une vaste zone subtropicale de 3 300 ha irrigués et exploités par de grandes haciendas de canne à sucre et d'élevage.

Elles disposent de canaux d'irrigation propres, certains traversant la zone tempérée, d'autres provenant directement de la rivière Ambi (canaux suivant les courbes de niveaux, ayant leurs prises loin en amont, et des infrastructures d'une certaine ampleur, tunnels, aqueducs, etc.).

Mapa de repartición de los perímetros dentro de los pisos agro-ecológicos
Carte de répartition des périmètres selon les étages agro-écologiques

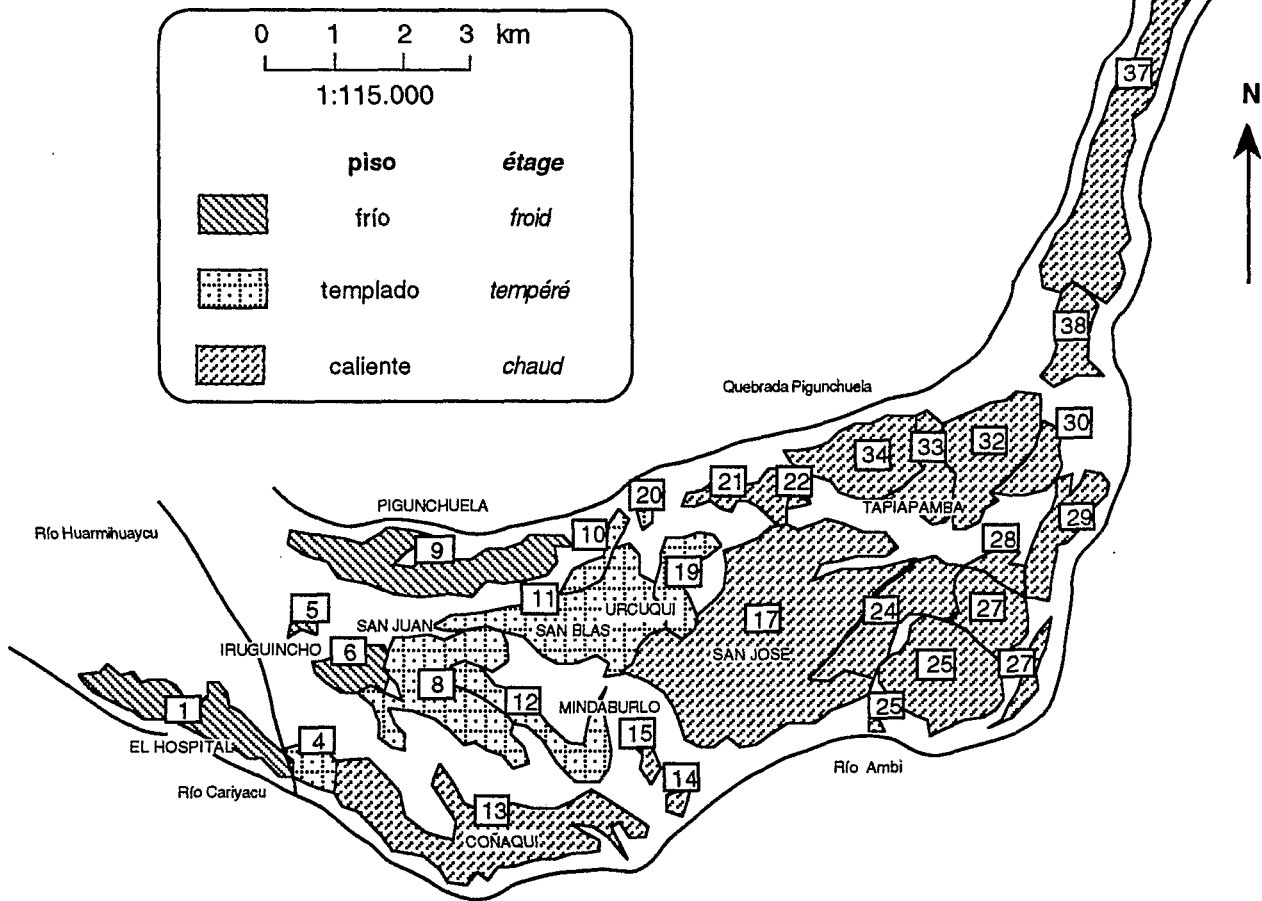


Figure 2
Plan de situation de la ZARI d'Urcuquí, espace social de l'aménagement hydro-agricole depuis 1582 jusqu'à nos jours

3. Représentation diachronique du système agraire d'Urcuquí

Du début des travaux d'aménagement à nos jours, quatre siècles se sont écoulés. Dans le nord des Andes équatoriennes, c'est dans la deuxième partie du XVI^e siècle que les colons espagnols (souvent des monastères jésuites), des chefs indiens (*caciques*) et certaines communautés ont établi les premiers systèmes hydrauliques conséquents (canaux transférant de l'eau sur plusieurs kilomètres) en concentrant leurs efforts sur le haut bassin du fleuve Huarmihuaycu puis Carihuaycu. Entre les haciendas elles-mêmes, et avec les villageois, une sorte de course à l'appropriation des ressources de ces bassins se développa, jusqu'à épuisement des disponibilités d'étiage. Les conflits jouaient autant sur la mobilisation de l'eau et le droit d'ouvrir une prise en amont d'un système existant que sur les tracés des canaux et sur la reconnaissance des droits de chacun sur tel ou tel apport.

Le canal du village d'Urcuquí fut établi en 1582 par 115 familles indiennes dont certaines étaient *caciques* (« nobles »), appuyées par le curé espagnol. Dès 1586, un premier conflit éclate entre le village et des colons espagnols qui se résout par un partage des droits au profit de ces derniers contre la prise en charge de la maintenance du canal de 15 km de long.

Au XVII^e siècle, un nouveau conflit oppose le village à un capitaine espagnol qui essaie de s'approprier les eaux de Caciques.

Ce n'est qu'à la fin du XVIII^e siècle que la quasi totalité du débit est appropriée par deux grandes haciendas, le village ne conservant l'eau qu'un dimanche sur deux pour un usage domestique. Au début du XX^e siècle, les villageois font valoir leurs droits anciens (minutes judiciaires des procès passés), mais échouent en 1927. Enfin, avec l'appui d'intellectuels originaires du village et établis à Quito, ils obtiennent la restitution complète des droits en 1945.

Sur la base d'une règle de répartition proportionnelle à la surface (3 heures par hectare pour une main d'eau de 33 litres par seconde), les chefs de famille ont souscrit, en fonction de leur richesse et de la confiance en la pérennité des droits sur le canal de Caciques, un droit ou un demi-droit par parcelle. Les familles *caciques* ont conservé leur droit ancien (un dimanche sur deux). La toute nouvelle « Junte de l'eau », chargée d'assurer le contrat social autour de l'eau, s'est appuyée sur un ingénieur de l'Administration (*Caja Nacional de Riego*) pour établir un tour d'eau (1948). Elle délègue aux aigadiers le soin de faire respecter les droits de chacun. Au cours des années, la situation a évolué vers un allongement du tour d'eau (21 à 25 jours au lieu de 14 jours prévus à l'origine). Parmi les causes invoquées, figurent l'atomisation du foncier et la relative indivisibilité des droits d'eaux attachés à chaque parcelle, ainsi que la croissance inégale des différents quartiers d'irrigation.

Du côté des haciendas d'altitude ou de l'étage subtropical, l'irrigation est pratiquée à partir de canaux indépendants du canal de Caciques (à une exception près), créés aux XVIII^e, XIX^e et XX^e siècles. Leurs propriétaires entretiennent des conflits pour maintenir en état les ouvrages et parfois pour se répartir l'eau.

4. Représentation synchronique du système agraire irrigué d'Urcuquí

D'une manière générale, les *hacendados* comme les paysans se plaignent d'un manque d'eau et souhaiteraient obtenir de l'administration des eaux (INERHI) des débits concédés aux prises plus importants, voire un projet nouveau d'irrigation (transfert par tunnel de 12 km de ressources extérieures à la ZARI).

Par ailleurs, l'histoire des réseaux montre une certaine fragilité en cas de mésentente sur la gestion des canaux, conduisant à une crise hydraulique et une réduction importante des efficacités de transport et de distribution des eaux d'irrigation par réduction des activités de maintenance.

Les systèmes de production des paysans de l'étage tempéré ont évolué depuis les années 1950 vers trois pôles de spécialisation : la monoculture de maïs grain extensif, base alimentaire traditionnelle dans cet étage, le maïs grain associé à l'élevage bovin ou porcin et un pôle plus intensif en travail associant des cultures spéculatives (horticulture, succession de maïs récolté en épis frais — *choclo* — et de haricot — *fréjol* —) (Fig 3). La productivité est faible en termes de rendement, de revenu du travail et de capital d'exploitation. Les achats vivriers récurrents nécessitent le recours au travail à l'extérieur de l'agriculture (artisanat, migrations temporaires). Malgré l'irrigation, il existe des risques, en particulier sur le plan agronomique (variétés, problèmes phytosanitaires, maîtrise de la fertilisation) et sur le plan économique (trésorerie, marchés). La situation conjoncturelle des taux de change entre la Colombie voisine et l'Équateur, a gonflé le secteur spéculatif spécifiquement sur le haricot sec.

Les haciendas de l'étage subtropical se sont spécialisées très anciennement dans la production sucrière artisanale (blocs de sucre de *panela*). L'irrigation leur était indispensable tant pour la culture que pour la force hydraulique alimentant les moulins à sucre (*trapiche*). Une partie des haciendas a conservé cette activité, aujourd'hui concurrencée par les entreprises agro-industrielles de la Costa. L'autre partie s'est progressivement reconvertie vers l'élevage bovin laitier sur prairies irriguées. Dans cet étage, la place des paysans est toujours réduite. Cependant, récemment quelques haciendas ont été démantelées en petits lots, à l'occasion de successions, phénomène qui semble devoir s'étendre (voir Fig 4).

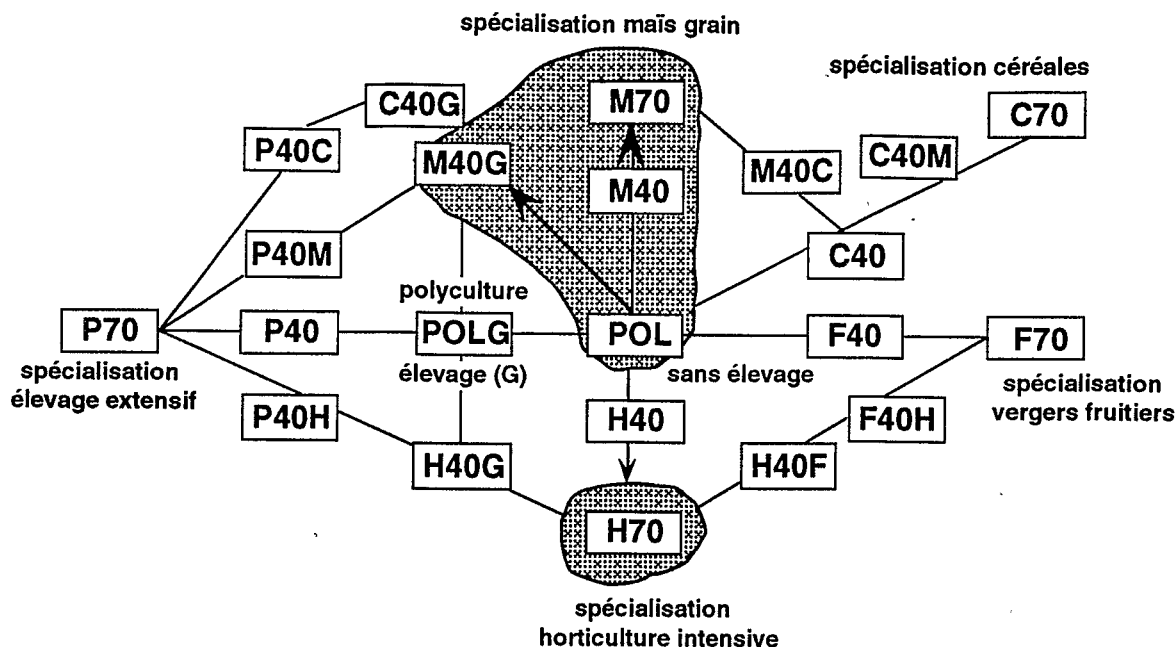


Figure 5
Modèles de production des petites exploitations paysannes dans l'étage tempéré du bassin du Mira

L'axe horizontal représente le travail - L'axe vertical le capital.
C = céréales - H = horticulture - M = maïs - P = prairies - POL = polyculture - G = association avec élevage - 70 = plus de 70 % de la SAU - 40 = entre 40 et 70 % de la SAU

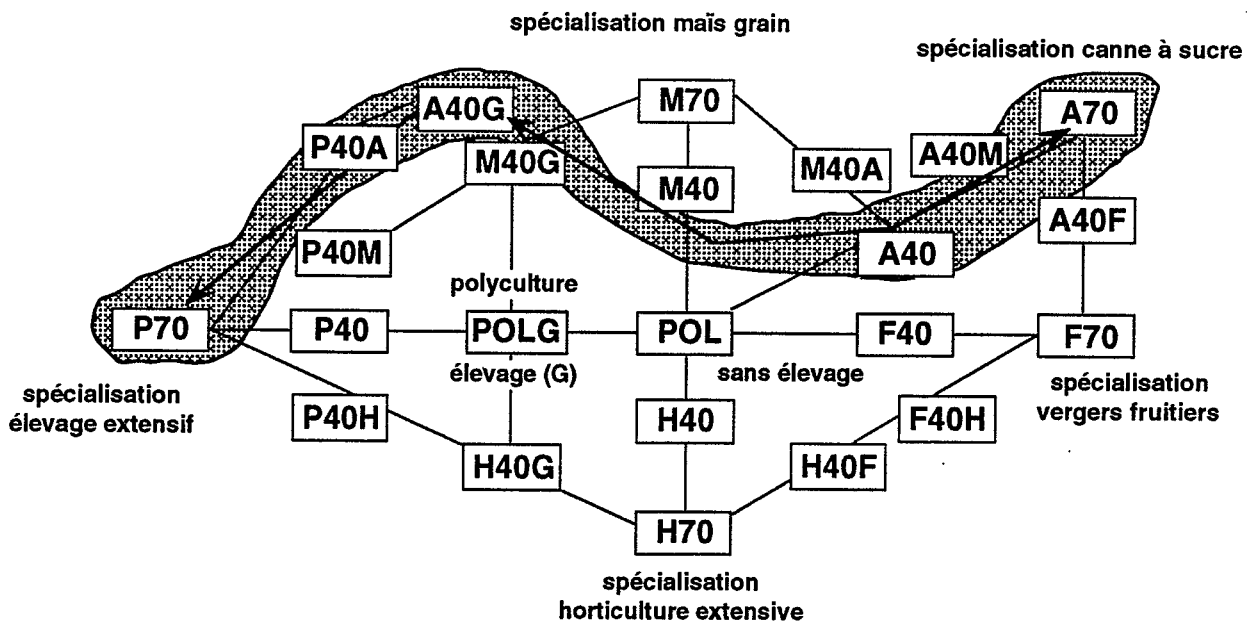


Figure 4
Modèles de production des haciendas de l'étage subtropical dans le bassin du Mira (Équateur)

A = canne à sucre - F = vergers fruitiers - H = horticulture - M = maïs - P = prairies - POL = polyculture - G = association avec élevage - 70 = plus de 70 % de la SAU - 40 = entre 40 et 70 % de la SAU

Enfin, les haciendas de l'étage froid pratiquent l'élevage extensif d'altitude, en s'appuyant sur des ressources fourragères doubles : prairies de haute altitude et pâturages irrigués là où on a pu créer une infrastructure. Une économie paysanne d'agriculture pluviale, fondée sur l'orge et les tubercules, témoigne de l'ancien système agricole andin. Privés des ressources en eau de la ZARI, les paysans font des demandes de concessions sur les canaux existants notamment le canal de Caciques.

5. Simulation des dysfonctionnements hydrauliques.

Le modèle utilise la programmation linéaire de GAMS, logiciel développé par la Banque Mondiale. Il décrit l'économie des trois étages à partir de 133 activités de base (production, consommation, achats, ventes, échanges de travail et irrigation) — voir annexe 2.

La matrice des coefficients techniques a été constituée à partir des données statistiques et d'enquêtes, et de suivis menés à Urcuquí et dans la région du Nord de l'Équateur (projet ORSTOM-INERHI). Pour certaines activités, faute de données connues, on a évalué des valeurs au cours de la phase de calage du modèle, phase qui consiste à retrouver la situation actuelle en termes d'assolement, d'échanges, de revenus, etc.

Sur la base des dotations concédées en cours dans les trois étages de la ZARI, on a simulé l'impact de l'augmentation et la diminution des débits par paliers de 10 % sur les activités et le revenu agricole net.

Les résultats des simulations sont les suivants :

On constate la faible sensibilité des revenus de l'étage froid et tempéré aux changements de dotation.

Dans l'étage froid, les activités pluviales sont dominantes dans tous les cas (voir évolution de l'assolement, Figure 6).

Dans l'étage tempéré, l'essentiel du revenu agricole est constitué par l'autoconsommation, incompressible dans le modèle.

Dans le cas de crise des réseaux avec pertes importantes de dotation (> 40 %), espace pluvial et espace irrigué se confondent dans leur orientation : maïs extensif (plus de 60 % de la SAU), avec un élevage familial associé, surtout porcin. Il y a un repli sur l'économie vivrière, marqué en particulier par un plus grand nombre de journées de travail consacré à l'agriculture.

Dans le cas de tension plus faible sur les dotations, liée par exemple à des conflits entre groupes de paysans amenant une incertitude sur les modules d'irrigation, on évite la spécialisation sur l'espace irrigué en combinant cultures vivrières d'autoconsommation, fourrages et cultures spéculatives. Cette orientation se fait en concentrant le travail sur l'espace irrigué, l'espace pluvial étant délaissé.

Dans le cas où la dotation s'accroît au-dessus du niveau actuel, on favorise l'extensivité du système : la reproduction alimentaire est à nouveau rejetée sur l'espace pluvial ; les activités spéculatives sont limitées ; une grande place est faite à l'élevage bovin et aux prairies naturelles sur l'espace irrigué. Le travail ainsi libéré autorise d'autres activités hors de l'agriculture.

L'augmentation de la dotation ne produit pas forcément une intensification de l'agriculture irriguée, mais sa simplification. Si le revenu agricole reste stable, les activités d'échanges économiques baissent. La gestion de l'eau à terme pose des problèmes importants tant au niveau de l'application de l'eau dans les prairies naturelles qu'au niveau de la distribution.

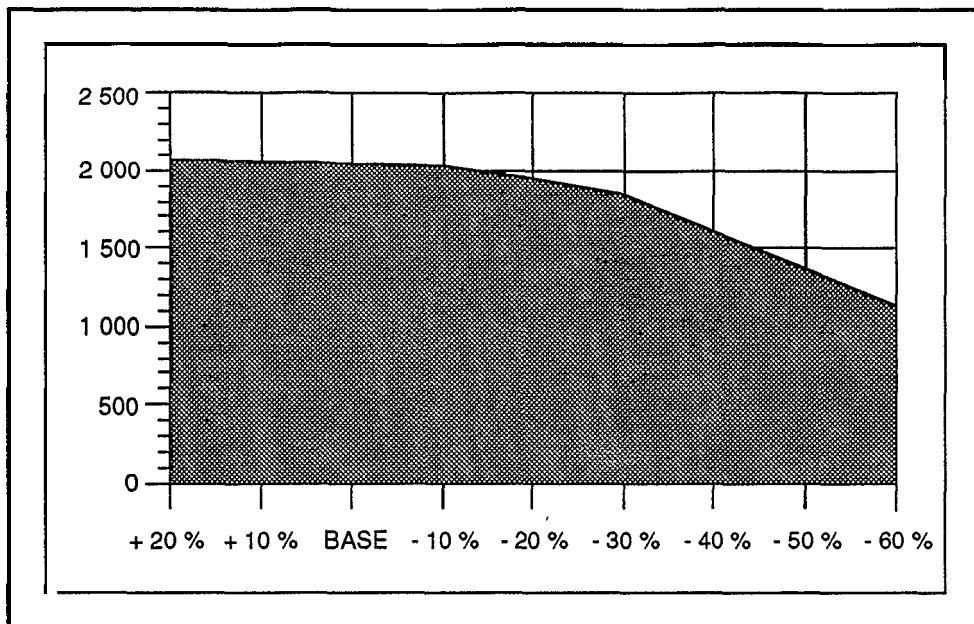


Figure 5
Évolution du revenu global agricole (tous étages confondus)
 unité : milliers de USD

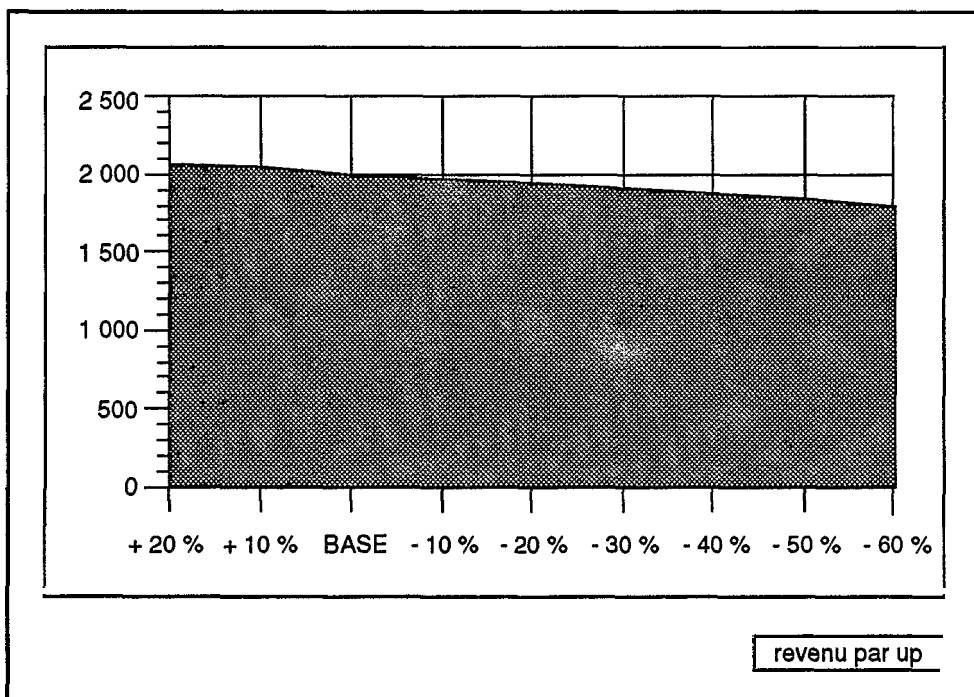


Figure 6
Revenu agricole net moyen par UPA dans l'étage froid (hors autoconsommation)
 unité : milliers de USD

NB : Ce résultat moyen élevé est lié aux revenus élevés des haciendas d'élevage. Il cache la situation des familles paysannes en autosubsistance, dont les revenus sont comparables à ceux de l'étage tempéré.

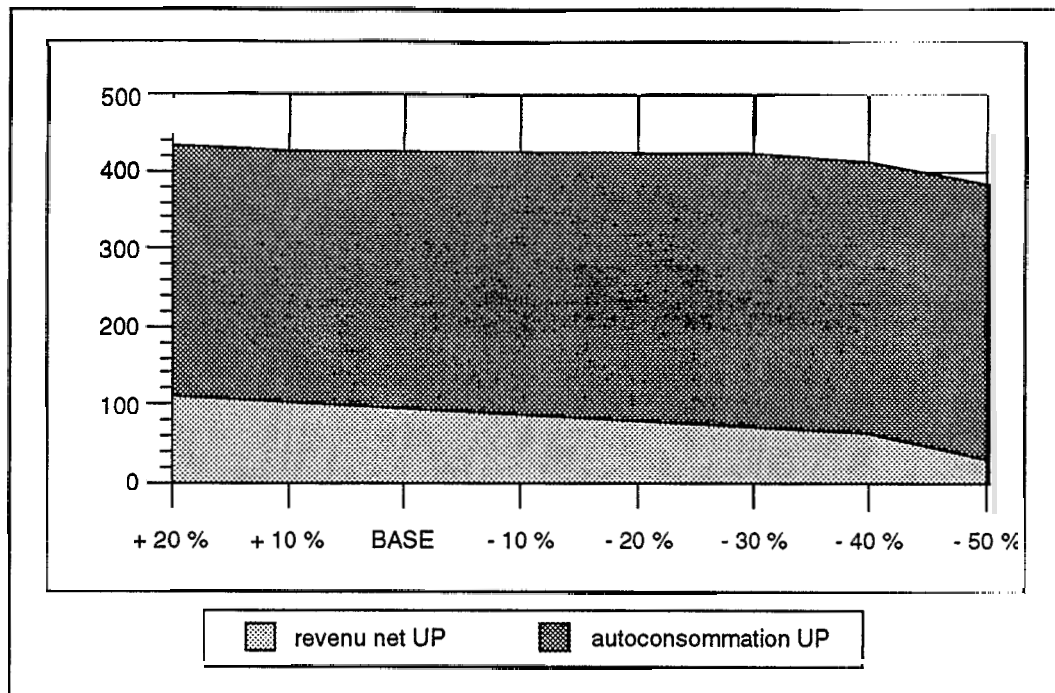


Figure 7
Revenu agricole net moyen et autoconsommation par UPA dans l'étage tempéré
 unité : USD

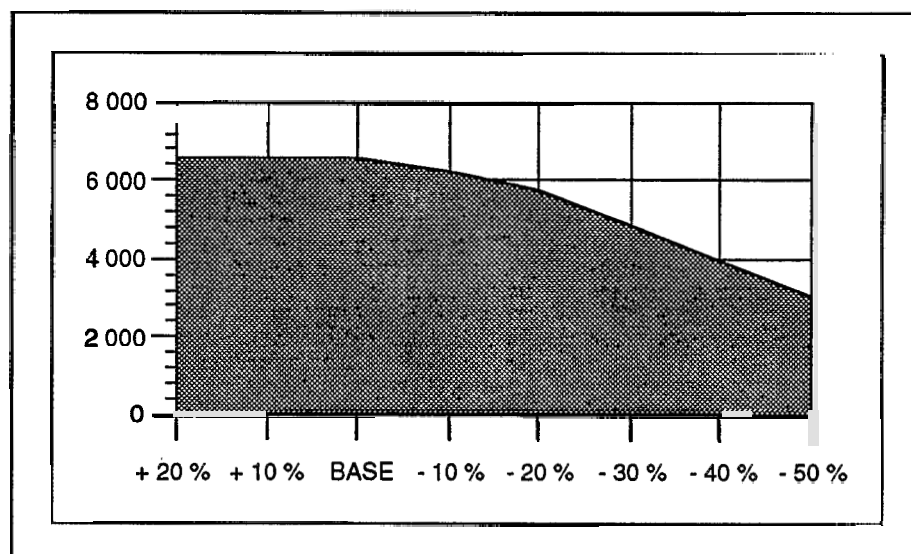


Figure 8
Revenu agricole net moyen par UPA de l'étage subtropical
 unité : USD

Dans tous les cas, il existe des risques de pertes de récolte importants concernant un tiers environ de l'assolement. Sans préjuger des risques économiques, risques hydrauliques et agronomiques peuvent être minimisés par une meilleure efficacité de la distribution : équité des dotations familiales, régulation des modules délivrés et abaissement des fréquences.

Une simulation effectuée sur la réduction des risques de 20 % par l'abaissement des fréquences d'irrigation nécessitant la mise en place d'un nouveau tour d'eau, montre une progression des cultures spéculatives, surtout l'association maïs-haricot, une réduction des activités d'élevage à la contrainte d'autoconsommation et de reproduction de la fertilité, et un accroissement du revenu net de 50 %, soit un gain notable de trésorerie.

Dans l'étage subtropical, la combinaison d'activités où dominent la canne à sucre (2/3) et le pâturage irrigué (1/3) n'est pas sensible à des variations de dotations de plus ou moins 20 %. Au-delà de moins de 20 %, la chute des mises en cultures est proportionnelle au déficit, la prairie disparaissant rapidement. Le risque est faible (environ 10 % de la superficie touchée). Cette situation permet d'envisager des transferts de dotation vers des secteurs en difficultés.

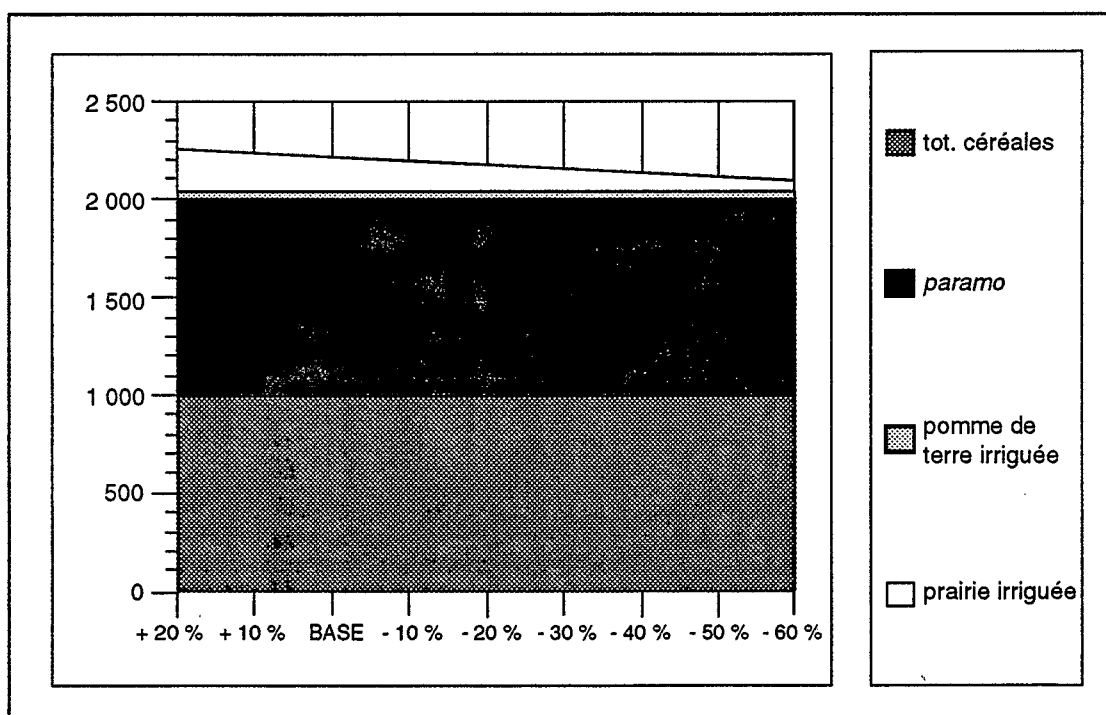


Figure 9
Évolution de l'assolement de l'étage froid en fonction des dotations en eau

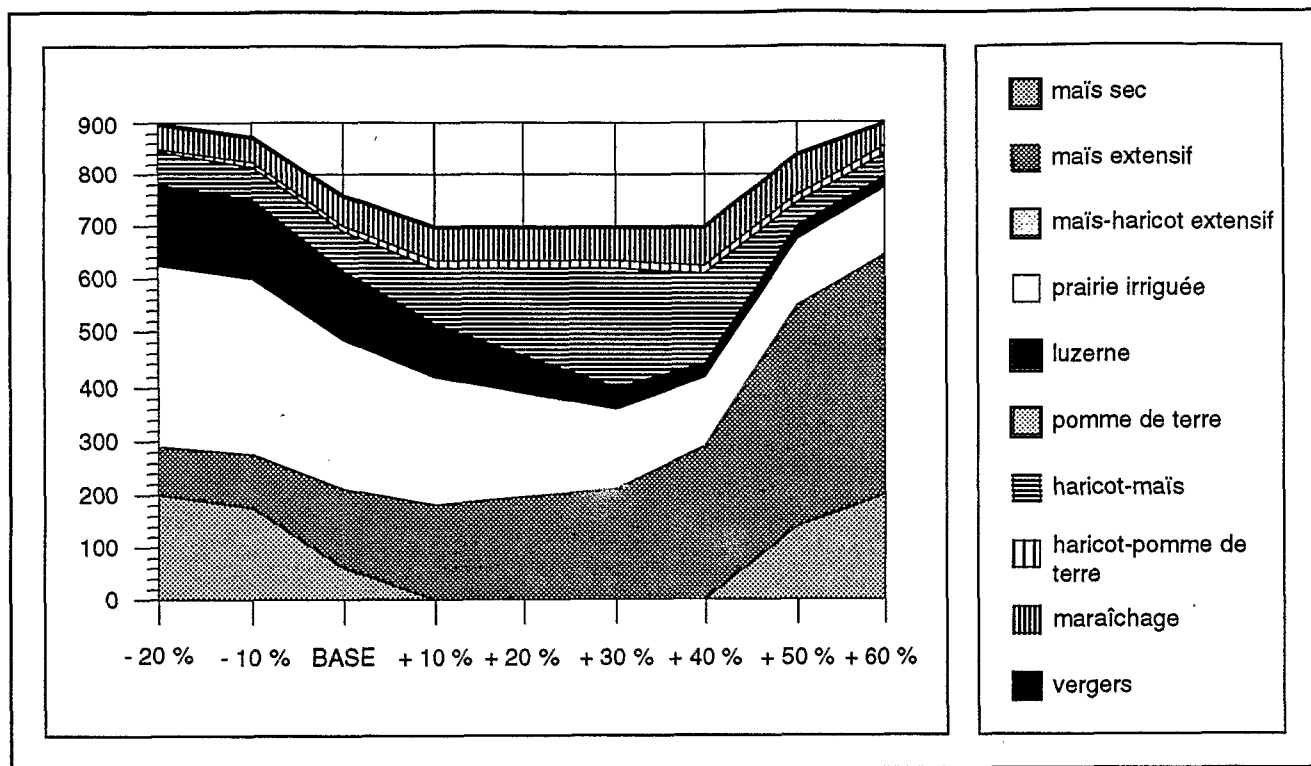


Figure 10
Évolution de l'assolement dans l'étage tempéré en fonction des dotations en eau

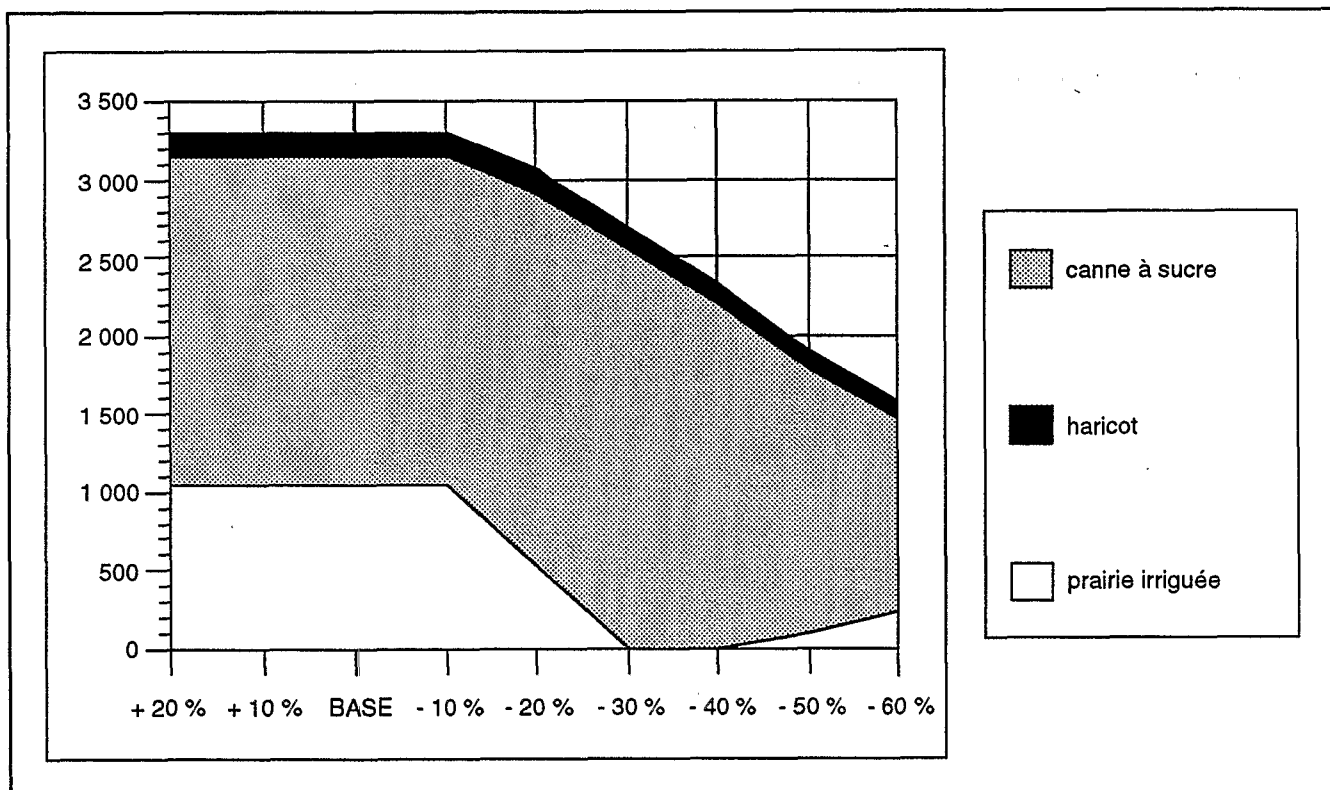


Figure 11
Évolution de l'assolement de l'étage subtropical chaud en fonction des dotations en eau

CONCLUSION

1. Un effort de recherche et formation

La modélisation sous GAMS apporte de grands espoirs à tous les agronomes, économistes et personnes concernées par l'analyse de systèmes agraires et l'impact des changements des conditions de l'agriculture sur les zones intéressées.

Elle permet de mieux réfléchir sur les relations entre différents espaces et systèmes. Elle autorise une actualisation et une révision relativement facile des simulations.

En Équateur, le projet ORSTOM-INNERHI compte développer d'autres modèles, en particulier celui des zones très denses du Tungurahua, en partant toujours des connaissances acquises sur la ZARI pilote de Santa Rosa-Pilahuín.

2. Les limites de la modélisation

L'édifice mathématique de la programmation sous-tend que les fonctions de production sont linéaires. Il fixe le niveau de production en fonction du facteur le plus limitant : terre, eau, capital, travail. La modélisation est inévitablement sommaire. Mais il permet, sur le plan méthodologique des allocations de ressources, d'approcher assez clairement les contraintes exercées sur la production par les limites des ressources disponibles. Cependant — nous avons déjà insisté là-dessus —, en cas de changement de système agraire, rupture de relations de production, changement démographique brutal, etc., il faut construire un nouveau modèle.

BIBLIOGRAPHIE

BÉDOUCHA, G. (1984), *L'eau, l'amie du puissant*, Ed. Lhomond, Paris.

BOSERUP, E. (1970), *Évolution agraire et pression démographique*, Flammarion, Nouvelle Bibliothèque Scientifique, Paris, 222 p.

BROOKE, A., KENDRICK, D., MEERAUS, A., (1988), *GAMS (General Algebraic Modeling System), a user's guide*, BIRD, The Scientific Press, Redwood City, USA, 289 p.

ELLIS, F., (1988), *Peasant economy*, Wye college, Wye studies in agricultural and rural development.

HUNT, D., (1979), Chayanov model of peasant household resource allocation, in *Journal of development studies*, vol. 15.

KROEBER, A.L., (1948), *Anthropologie*, Brace & Co., Harcourt, New York.

LE GOULVEN, P., RUF, T., RIBADENEIRA, H., (1987), *Méthodologie générale et détails des opérations du projet ORSTOM-INNERHI*, INNERHI/ORSTOM, Quito, 91 p. (fr., esp.).

MAZOYER, M., (1985), *Rapport de synthèse du comité « Systèmes Agraires »*, Min. Recherche et Technologie, Paris, 16 p.

LE GOULVEN, P., RUF, T., RIBADENEIRA, H., (1990), *Principaux problèmes du diagnostic sur les réseaux traditionnels andins en Équateur*, comm. séminaire « Manejo del agua y adecuación de las tecnologías en la región andina », Cajamarca, Pérou, 21-26 janvier 1990, 13 p. (fr., esp.).

RUF, T., (1990), *Agricultures dans le bassin du Mira, essai sur une classification et une caractérisation des modèles de production andins*, document de travail, projet INNERHI-ORSTOM, Quito.

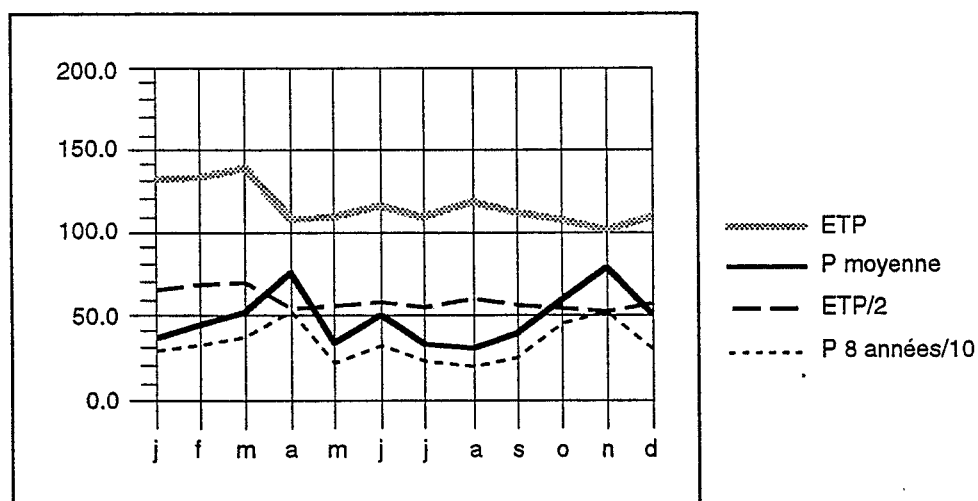
WITTFOGEL, (1933, 1956 2^e édition), *Le despotisme asiatique*, Éditions de minuit, Paris.

ANNEXE 1

	P moyenne	P (8 ans/10)	ETP mm mois	ETP/2	ETP mm jour
janvier	39.0	28.0	132.0	66.0	4.4
février	46.0	32.0	135.0	67.5	4.5
mars	52.0	36.0	141.0	70.5	4.7
avril	75.0	52.0	108.0	54.0	3.6
mai	33.0	23.0	111.0	55.5	3.7
juin	50.0	32.0	117.0	58.5	3.9
juillet	34.0	24.0	111.0	55.5	3.7
août	32.0	20.0	120.0	60.0	4.0
septembre	40.0	25.0	114.0	57.0	3.8
octobre	60.0	45.0	108.0	54.0	3.6
novembre	80.0	52.0	105.0	52.5	3.5
décembre	50.0	33.0	111.0	55.5	3.7
total	591.0	402.2	1 413.0		

ETP calculée par la méthode de Hargreaves
(altitude de référence : 2 000 m)

déficit hydrique annuel : 822.00
 déficit hydrique moyen : 68.50
 déficit hydrique 8 années/10 : 1 011.00
 déficit hydrique mensuel 8/10 : 84.25



PROGRAMA BASICO de la ZARI d'URCUQUI (Cuenca del MIRA)
PROGRAMME de BASE de la ZARI d'URCUQUI (bassin du MIRA)

\$TITLE modelo urcuqui
 \$OFFUPPER
 OPTION LIMROW =120,ITERLIM =1000,RESLIM =15;
 * SABATIER J.L.,RUF T.& LE GOULVEN P., juin 1991

SETS I
 * *ensemble de toutes les activites*
 * conjunto de todas las actividades

* *ensemble activites agri et elevage etage froid*
 * conjunto actividades agropecuarias piso frio
 / F-PARAMO, F-PNAT, F-PN-REG, F-TRIGO, F-CEBADA, F-PP-REG,
 F-BOVINO, F-PUERCO,
 F-PERDIDO, F-PERDIAN,
 F-SCULSEC, F-SCULREG,

* *ensemble population familles paysans journaliers etage froid*
 * conjunto poblacion familias campesinas jornaleros piso frio
 F-UP-FAM, F-POBLA, F-POB-FAM, F-POB-JOR,

* *ensemble activites echanges alimentaires etage froid*
 * conjunto actividades intercambios alimenticios piso frio
 F-CONS-CER, F-VENT-CER,
 F-COMP-ARR,
 F-CONS-PAP, F-VENT-PAP,
 F-CONS-LEC, F-VENT-LEC,
 F-CONS-CAR, F-VENT-CAR,

* *ensemble activites consommations intermediaires etage froid*
 * conjunto actividades consumos intermediarios piso frio
 F-DF-INT, F-DF-AFZ,
 F-ABON-N, F-ABON-P, F-ABON-K, F-FITOS,
 F-BUEYES, F-TRACTOR,

* *ensemble activites agri et elevage etage tempere*
 * conjunto actividades agropecuarias piso templado
 T-PN-REG, T-ALFALFA, T-MAIZ-SEC, T-MAIZ-OCT,
 T-MAIZ-JUI, T-FREJ-MAR, T-MAFR-OCT, T-PAPA-FEB,
 T-FRE-MAIZ, T-FRE-PAPA,
 T-HORTALIZ, T-HUERTA,
 T-BOVINO, T-PUERCO,
 T-PERDIDO, T-PERDIAN,
 T-SCULSEC, T-SCULREG,

* *ensemble population familles paysans journaliers etage tempere*
 * conjunto poblacion familias campesinas jornaleros piso templado
 T-UP-FAM, T-POBLA, T-POB-FAM, T-POB-JOR,

* *ensemble activites echanges alimentaires etage tempere*

* conjunto actividades intercambios alimenticios piso templado

T-CONS-CER, T-VENT-CER, T-CE-JFRIO,
T-CONS-CHO, T-VENT-CHO,
T-COMP-ARR,
T-CONS-PAP, T-VENT-PAP,
T-CONS-FRE, T-VENT-FRE,
T-CONS-LEG, T-VENT-LEG,
T-CONS-FRU, T-VENT-FRU,
T-CONS-LEC, T-VENT-LEC,
T-CONS-CAR, T-VENT-CAR,

* *ensemble activites consommations intermediaires etage tempere*

* conjunto actividades consumos intermediarios piso templado

T-DF-INT, T-DF-AFZ,
T-ABON-N, T-ABON-P, T-ABON-K, T-FITOS,
T-BUEYES, T-TRACTOR,

* *ensemble activites agri elevage etage chaud*

* conjunto actividades agropecuarias piso caliente

C-PN-REG, C-ALFALFA, C-CANA, C-MAIZ,
C-FREJOL, C-FRE-MAIZ,
C-HUERTA, C-HORTALIZ,
C-BOVINO,
C-PERDIDO, C-PERDIAN,
C-SCULREG,

* *ensemble population familles paysans journaliers etage chaud*

* conjunto poblacion familias campesinas jornaleros piso caliente

C-UP-FAM, C-POBLA, C-POB-FAM, C-POB-JOR,

* *ensemble activites echanges alimentaires etage chaud*

* conjunto actividades intercambios alimenticios piso caliente

C-CONS-CHO, C-VENT-CHO,
C-COMP-ARR, C-ARR-JEXT,
C-CONS-FRE, C-VENT-FRE,
C-VENT-CAN,
C-CONS-LEG, C-VENT-LEG,
C-CONS-FRU, C-VENT-FRU,
C-CONS-LEC, C-VENT-LEC,
C-CONS-CAR, C-VENT-CAR,

* *ensemble des activites consommations intermediaires etage chaud*

* conjunto de actividades consumos intermediarios piso caliente

C-DF-INT, C-DF-AFZ,
C-ABON-N, C-ABON-P, C-ABON-K, C-FITOS,
C-BUEYES, C-TRACTOR,

* *ensemble activites irrigation tous etages*

* conjunto actividades riego todos pisos

F-IRRI-INV, F-IRRI-VER,
T-IRRI-INV, T-IRRI-VER,
C-IRRI-INV, C-IRRI-VER,

* *ensemble echanges generaux journaliers entre etages*

* conjunto intercambios jornaleros entre pisos

F-VDJ-INT, F-VDJ-TEMP, F-VDJ-CALI,
T-VDJ-INT, T-VDJ-CALI,
C-VDJ-INT, C-CDJ-EXT/

J

* *ensemble de tous les inputs de la matrice finale*

* conjunto de todos los insumos de la matriz final

* *etage froid* piso frio

* *equations utilisation superficie agricole utile*

* ecuaciones uso superficie agricola util

/F-HAPARAMO, F-HA-SECOS, F-HACULSEC,
F-HA-REGAD, F-HACULREG,

* *equations estimation risques par pertes hectares et unites animales*

* ecuaciones estimacion riesgos por perdidas hectareas y unidades animales

F-HAPERDID, F-UAPERDID,

* *equations demande en eau en saison des pluies et en saison seche*

* ecuaciones demanda en aguas en invierno y en verano

F-M3-INV, F-M3-VER,

* *equations calcul populations*

* ecuaciones calculo poblaciones

F-NUM-UP, F-HOMBRES, F-EQ-JOR, F-HOM-FAM,

* *equations calcul journees travail paysans et journaliers*

* ecuaciones calculo dias de trabajo campesinos y jornaleros

F-DIAS-FAM, F-DIAS-PAG,

* *equations besoins en intrants agricoles*

* ecuaciones necesidades en insumos agricolas

F-HORA-MEC, F-HORA-YUN,
F-KG-N, F-KG-P, F-KG-K, F-USD-FITO,

* *equations calcul des productions agricoles et fourrageres*

* ecuaciones calculo de producciones agricolas y forrajeras

F-UNID-FOR,
F-PRO-CER, F-PRO-PAPA, F-PRO-LECH, F-PRO-CARN,

- * *etage tempere* piso templado
- * *equations utilisation superficie agricole utile*
- * ecuaciones uso superficie agricola util
T-HA-SECOS, T-HACULSEC, T-HA-REGAD, T-HACULREG,
- * *equations estimation risques avec pertes hectares et unites animales*
- * ecuaciones estimacion riesgos con perdidas hectareas y unidades animales
T-HAPERDID, T-UAPERDID,
- * *equations demande en eau en saison des pluies et en saison seche*
- * ecuaciones demanda en agua en invierno y en verano
T-M3-INV, T-M3-VER,
- * *equations calcul populations*
- * ecuaciones calculo poblaciones
T-NUM-UP, T-HOMBRES, T-EQ-JOR, T-HOM-FAM,
- * *equations calcul journees travail paysans et journaliers*
- * ecuaciones calculo dias trabajo campesinos y jornaleros
T-DIAS-FAM, T-DIAS-PAG,
- * *equations calculs intrants agricoles divers*
- * ecuaciones calculo varios insumos agricolas
T-HORA-MEC, T-HORA-YUN,
T-KG-N, T-KG-P, T-KG-K, T-USD-FITO,
- * *equations production fourragere et contrainte minimum prairie*
- * ecuaciones produccion forrajera y limite minimo pasto
T-UNID-FOR, T-HAPARC,
- * *equations productions agricoles*
- * ecuaciones produccion agricola
T-PRO-CER, T-PRO-PAPA,
T-PRO-CHOC,
T-PRO-FRE, T-PRO-LEG, T-PRO-FRU,
T-PRO-LECH, T-PRO-CARN,
- * *etage chaud* piso caliente
- * *equations utilisation superficie agricole utile*
- * ecuaciones uso superficie agricola util
C-HA-REGAD, C-HACULREG,
- * *equations estimation risques par perte hectares et unites animales*
- * ecuaciones estimacion riesgos por perdidas hectareas y unidades animales
C-HAPERDID, C-UAPERDID,
- * *equations demande en eau en saison des pluies et en saison seche*
- * ecuaciones demanda en aguas por invierno y verano
C-M3-INV, C-M3-VER,
- * *equations calcul populations*
- * ecuaciones calculo poblaciones
C-NUM-UP, C-HOMBRES, C-EQ-JOR, C-HOM-FAM,

- * *equations calculs journees travail paysans et journaliers*
- * ecuaciones calculo dias de trabajo campesinos y jornaleros
C-DIAS-FAM, C-DIAS-PAG,

- * *equations calcul intrants agricoles divers*
- * ecuaciones calculo varios insumos agricolas
C-HORA-MEC, C-HORA-YUN,
C-KG-N, C-KG-P, C-KG-K, C-USD-FITO,

- * *equations calcul production fourragere et contrainte prairie mini*
- * ecuaciones calculo produccion forrajera y limite minimo pasto
C-UNID-FOR, C-HAPARC,

- * *equations calcul productions agricoles*
- * ecuaciones calculo producciones agricolas
C-PRO-CHOC, C-PRO-FRE, C-PRO-CANA,
C-PRO-LEG, C-PRO-FRU,
C-PRO-LECH, C-PRO-CARN,

- * *ensemble bilans echanges equilibres*
- * conjunto balances intercambios equilibrios

- * *etage froid* piso frio

- * *bilans de travail*
- * balances de trabajo
F-EQ-WFAM, F-LIM-WF, F-EQ-WJOR, F-LIM-VDJE,

- * *bilans alimentaires*
- * balances alimenticios
F-KGARR-CO, F-BAL-CER,
F-BAL-PAPA,
F-BAL-LEC, F-BAL-CAR,

- * *bilans hydriques demande inferieure a offre en eau systemes irrigation*
- * balances hidricos demanda inferior a oferta en agua sistemas de riego
F-RIEGO-IN, F-RIEGO-VE,

- * *etage tempere* piso templado

- * *bilans de travail*
- * balances de trabajo
T-EQ-WFAM, T-LIM-WF, T-EQ-WJOR, T-LIM-VDJE,

- * *bilans alimentaires*
- * balances alimenticios
T-KGARR-CO, T-KGCE-JE,
T-BAL-CER, T-BAL-CHO,
T-BAL-PAPA,
T-BAL-FRE,
T-BAL-LEG, T-BAL-FRU,
T-BAL-LEC, T-BAL-CAR,

* *bilans hydriques demande inferieure a offre en eau systemes irrigation*

* balances hidricos demanda inferior oferta en agua sistemas de riego

T-RIEGO-IN, T-RIEGO-VE,

* etage chaud piso caliente

* *bilans de travail*

* balances de trabajo

C-EQ-WFAM, C-LIM-WF, C-EQ-WJOR, C-LIM-CDJ,

* *bilans alimentaires*

* balances alimenticios

C-KGARR-CO, C-KGARR-JE, C-BAL-CER,

C-BAL-FRE,

C-BAL-LEG, C-BAL-FRU,

C-BAL-LEC, C-BAL-CAR,

* *bilans hydriques demande inferieure a offre en eau systemes irrigation*

* balances hidricos demanda inferior a oferta en agua sistemas de riego

C-RIEGO-IN, C-RIEGO-VE / ;

* *fin de la declaration des activites et des inputs de la matrice finale*

* fin de la declaracion de las actividades y insumos de la matriz final

* debut entree des donnees techniques et des regles et bilans
 * par sous matrices successives que le programme utilise pour
 * construire la matrice generale du modele
 * rappel les activites et inputs sont codes avec une lettre place en tete
 * etage froid avec un F etage tempere avec un T etage chaud avec un C

* principio entrada de datos tecnicos y de las reglas y balances
 * por submatrices sucesivas que el programa usa para contruir la
 * matriz general del modelo
 * recuerda las actividades y insumos son codificados con una letra
 * a principio
 * piso frio con un F piso templado con un T piso caliente con un C

* liste des tableaux
 * lista de los marcos

TABLE FRI01 (*,*)
 * activites agri elevage et inputs correspondants
 * actividades agropecuarias e insumos correspondientes

	F-SCULSEC	F-SCULREG						
F-HA-SECOS	-1							
F-HA-REGAD			-1					
F-HACULSEC	1							
F-HACULREG			1					
F-DIAS-FAM			5					
F-DIAS-PAG			5					
		F-PNAT	F-PN-REG	F-TRIGO	F-CEBADA	F-PP-REG	F-BOVINO	F-PARAMO
F-HAPARAMO								1
F-HA-SECOS	1			1	1			
F-HA-REGAD			1			1		
F-HAPERDID	-0.2	-0.1	-0.2	-0.2	-0.2	-0.8		
F-UAPERDID							-0.3	
F-M3-INV		1260				350		
F-M3-VER		1240				410		
F-DIAS-FAM	1	1	35	30	100		3	0.1
F-DIAS-PAG	3	10	15	10	40		7	1
F-HORA-MEC			2	2	2			
F-HORA-YUN			1	1	4		-70	
F-KG-N			10	5	65			
F-KG-P			30	15	120			
F-KG-K			10	5	75			
F-USD-FITO						100		
F-UNID-FOR	-500	-1900	-380	-350			1900	-200
F-PRO-CER			-950	-850				
F-PRO-PAPA					-5000			
F-PRO-LECH							-500	
F-PRO-CARN							-150	
		F-PERDIDO	F-PERDIAN					
F-HAPERDID		1						

F-UAPERDID			1		
+	F-PUERCO	F-UP-FAM	F-POBLA	F-POB-FAM	F-POB-JOR
F-NUM-UP		1			
F-HOMBRES			1		
F-EQ-JOR		5	-1		5
F-HOM-FAM		-5		1	
F-DIAS-FAM	38				
F-UNID-FOR	600				
F-PRO-PAPA	300				
F-PRO-CARN	-100				

TABLE TEMPI (*, *)

* *activites agri elevage et inputs correspondants*
 * actividades agropecuarias e insumos correspondientes

	T-SCULSEC	T-SCULREG			
T-HA-SECOS	-1				
T-HA-REGAD		-1			
T-HACULSEC	1				
T-HACULREG		1			
T-DIAS-FAM		7			
T-DIAS-PAG		7			
+	T-PN-REG	T-ALFALFA	T-MAIZ-OCT	T-MAIZ-JUI	T-FREJ-MAR
T-HA-REGAD	1	1	1	1	1
T-HAPERDID	-0.1	-0.5	-0.1	-0.3	-0.4
T-M3-INV	360	2950	630	380	400
T-M3-VER	3830	7000	0	1330	1250
T-DIAS-FAM	10	65	40	45	55
T-DIAS-PAG	5	85	15	20	20
T-HORA-MEC	0.1	0.5	2	2	2
T-HORA-YUN	0	0	1	2	2
T-KG-N	10	0	0	15	20
T-KG-P	0	15	0	5	5
T-KG-K	0	10	0	5	10
T-USD-FITO					30
T-UNID-FOR	-1800	-4600	-300	-200	-300
T-HAPARC	-1				
T-PRO-CER			-1200	-200	0
T-PRO-CHOC				-1800	0
T-PRO-FRE					-800

+	T-MAFR-OCT	T-PAPA-FEB	T-MAIZ-SEC
T-HA-SECOS			1
T-HA-REGAD	1	1	
T-HAPERDID	-0.2	-0.8	-0.5
T-M3-INV	360	680	
T-M3-VER	730	910	
T-DIAS-FAM	45	60	35
T-DIAS-PAG	20	60	10
T-HORA-MEC	2	6	2
T-HORA-YUN	2	8	1
T-KG-N	95	20	
T-KG-P	20	60	
T-KG-K	5	20	
T-USD-FITO	20	60	
T-UNID-FOR	-300	0	-150
T-PRO-CER			-450
T-PRO-CHOC	-1400	0	
T-PRO-PAPA	0	-6000	
T-PRO-FRE	-200		

+	T-FRE-MAIZ	T-FRE-PAPA
T-HA-REGAD	1	1
T-HAPERDID	-0.6	-0.7
T-M3-INV	1080	940
T-M3-VER	2270	2470
T-DIAS-FAM	65	65
T-DIAS-PAG	50	105
T-HORA-MEC	6	8
T-HORA-YUN	4	10
T-KG-N	35	85
T-KG-P	10	125
T-KG-K	35	85
T-USD-FITO	50	90
T-UNID-FOR	-400	-200
T-PRO-CHOC	-2200	
T-PRO-PAPA		-6000
T-PRO-FRE	-800	-600

+	T-HUERTA	T-HORTALIZ	T-BOVINO	T-PUERCO
T-HA-REGAD	1	1		
T-HAPERDID	-0.5	-0.8		
T-UAPERDID			-0.2	-0.2
T-M3-INV	2000	3500		
T-M3-VER	5000	6000		
T-HOMBRES				
T-DIAS-FAM	120	200	5	38
T-DIAS-PAG	40	300	1	
T-HORA-MEC	2	12	0	
T-HORA-YUN	2	12	-50	
T-KG-N	80	200		
T-KG-P	50	150		
T-KG-K	30	100		
T-USD-FITO	50	250		
T-UNID-FOR	-600	-100	2100	500
T-HAPARC			0.5	0.125
T-PRO-CER	-100			50
T-PRO-CHOC	-100			250
T-PRO-PAPA				150
T-PRO-LEG	-1000	-10000		
T-PRO-FRU	-5000			
T-PRO-LECH			-1000	
T-PRO-CARN			-80	-120

+	T-PERDIDO	T-PERDIAN
T-HAPERDID	1	
T-UAPERDID		1

+	T-UP-FAM	T-POBLA	T-POB-FAM	T-POB-JOR
T-NUM-UP	1			
T-HOMBRES		1		
T-EQ-JOR	5	-1		5
T-HOM-FAM	-5		1	

TABLE CALI1(*,*)

* *activites agri elevage et inputs correspondants*
 * *actividades agropecuarias e insumos correspondientes*

C-SCULREG							
C-HA-REGAD	-1						
C-HACULREG	1						
C-DIAS-FAM	3						
C-DIAS-PAG	17						
+		C-PN-REG	C-ALFALFA	C-CANA	C-MAIZ	C-FREJOL	C-FRE-MAIZ
C-HA-REGAD	1	1	1	1	1	1	1
C-HAPERDID	-0.1	-0.5	-0.1	-0.4	-0.4	-0.4	-0.6
C-M3-INV	3200	6800	2730	1000	1770	2770	
C-M3-VER	4650	8100	4440	1350	750	2100	
C-DIAS-FAM	5	30	20	25	30	60	
C-DIAS-PAG	10	100	60	35	50	90	
C-HORA-MEC	0	0.5	20	2	2	6	
C-HORA-YUN	0	0	0	2	2	4	
C-KG-N	20	0	90	45	95	140	
C-KG-P	0	30	0	15	20	35	
C-KG-K	0	20	0	15	5	20	
C-USD-FITO				15	40	55	
C-SEM-FRE					80	80	
C-UNID-FOR	-3500	-4800	-800	-400	-200	-500	
C-HAPARC	-1						
C-PRO-CHOC				-2000		-2000	
C-PRO-FRE					-1100	-1000	
C-PRO-CANA			-75000				
+		C-HUERTA	C-HORTALIZ	C-BOVINO			
C-HA-REGAD	1	1					
C-HAPERDID	-0.6	-0.8					
C-UAPERDID				-0.1			
C-M3-INV	3190	4250					
C-M3-VER	6660	6820					
C-DIAS-FAM	30	150		6			
C-DIAS-PAG	80	400		5			
C-HORA-MEC	4	4					
C-HORA-YUN	0	8		-50			
C-KG-N	0	100					
C-KG-P	0	60					
C-KG-K	0	30					
C-USD-FITO	50	250					
C-UNID-FOR	-1000	-800		2500			
C-HAPARC				0.5			
C-PRO-FRU	-6000						
C-PRO-LEG		-15000					
C-PRO-LECH				-1800			
C-PRO-CARN				-90			
+		C-PERDIDO	C-PERDIAN				
C-HAPERDID	1						
C-UAPERDID			1				

	+	C-UP-FAM	C-POBLA	C-POB-FAM	C-POB-JOR
C-NUM-UP		1			
C-HOMBRES			1		
C-EQ-JOR		5	-1		5
C-HOM-FAM		-5		1	

TABLE FRIO2 (*, *)

* *activites échanges alimentaires et inputs*
 * *actividades intercambios alimenticios e insumos*

		F-CONS-CER	F-VENT-CER		
F-PRO-CER		1	1		
	+	F-CONS-PAP	F-VENT-PAP		
F-PRO-PAPA		1	1		
	+	F-CONS-LEC	F-VENT-LEC	F-CONS-CAR	F-VENT-CAR
F-PRO-LECH		1	1		
F-PRO-CARN				1	1

TABLE TEMP2 (*, *)

* *activites échanges alimentaires et inputs*
 * *actividades intercambios alimenticios e insumos*

		T-CONS-CER	T-VENT-CER	T-CE-JFRIO	
T-PRO-CER		1	1	1	
	+	T-CONS-CHO	T-VENT-CHO		
T-PRO-CHOC		1	1		
	+	T-CONS-PAP	T-VENT-PAP		
T-PRO-PAPA		1	1		
	+	T-CONS-FRE	T-VENT-FRE		
T-PRO-FRE		1	1		
	+	T-CONS-LEG	T-VENT-LEG		
T-PRO-LEG		1	1		
	+	T-CONS-FRU	T-VENT-FRU		
T-PRO-FRU		1	1		
	+	T-CONS-LEC	T-VENT-LEC	T-CONS-CAR	T-VENT-CAR
T-PRO-LECH		1	1		
T-PRO-CARN				1	1

TABLE CALI2 (*, *)

* *activites echanges alimentaires et inputs*
 * *actividades intercambios alimenticios e insumos*

C-PRO-CHOC	C-CONS-CHO	C-VENT-CHO		
	1	1		
+				
C-PRO-FRE	C-CONS-FRE	C-VENT-FRE	C-VENT-CAN	
C-PRO-CANA	1	1	1	
+				
C-PRO-LEG	C-CONS-LEG	C-VENT-LEG	C-CONS-FRU	C-VENT-FRU
C-PRO-FRU	1	1	1	1
+				
C-PRO-LECH	C-CONS-LEC	C-VENT-LEC	C-CONS-CAR	C-VENT-CAR
C-PRO-CARN	1	1	1	1 ;

TABLE FRIO3 (*, *)

* *activites consommations intermediaires et inputs*
 * *actividades consumos intermediarios e insumos*

F-DIAS-FAM	F-DF-INT	F-VDJ-INT		
F-DIAS-PAG	-1	-1		
+				
F-KG-N	F-ABON-N	F-ABON-P	F-ABON-K	F-FITOS
F-KG-P	-1	-1	-1	-1
F-KG-K				
F-USD-FITO				
+				
F-DIAS-FAM	F-BUEYES	F-TRACTOR		
F-DIAS-PAG	10			
F-HORA-MEC	10	-1		
F-HORA-YUN	-100			
F-UNID-FOR	2000			

TABLE TEMP3 (*, *)

* *activites consommations intermediaires et inputs*
 * *actividades consumos intermediarios e insumos*

T-DIAS-FAM	T-DF-INT	T-VDJ-INT	F-VDJ-TEMP	
T-DIAS-PAG	-1	-1	-1	
+				
T-KG-N	T-ABON-N	T-ABON-P	T-ABON-K	T-FITOS
T-KG-P	-1	-1	-1	-1
T-KG-K				
T-USD-FITO				

+	T-BUEYES	T-TRACTOR
T-DIAS-FAM	10	
T-DIAS-PAG	5	
T-HORA-MEC		-1
T-HORA-YUN	-100	
T-UNID-FOR	2000	

TABLE CALI3 (*, *)

* *activites consommations intermediaires et inputs*
 * actividades consumos intermediarios e insumos

	C-DF-INT	C-VDJ-INT	F-VDJ-CALI	T-VDJ-CALI	C-CDJ-EXT
C-DIAS-FAM	-1				
C-DIAS-PAG		-1	-1	-1	-1

+	C-ABON-N	C-ABON-P	C-ABON-K	C-FITOS
C-KG-N	-1			
C-KG-P		-1		
C-KG-K			-1	
C-USD-FITO				-1

+	C-BUEYES	C-TRACTOR
C-DIAS-FAM	3	
C-DIAS-PAG	17	
C-HORA-MEC		-1
C-HORA-YUN	-100	
C-UNID-FOR	2000	

TABLE FRI04 (*, *)

* *equilibres etage froid*
 * equilibrios piso frio

	F-POB-FAM	F-DF-INT	F-DF-AFZ
F-EQ-WFAM	-90	1	1
F-BAL-CER			-4
F-LIM-WF		-1	1

+	F-POB-JOR	F-VDJ-INT	F-VDJ-TEMP	F-VDJ-CALI
F-EQ-WJOR	-300	1	1	1
F-LIM-VDJE		-2	1	1
F-BAL-CER			-3	-3

+	F-CONS-CER	F-COMP-ARR
F-KGARR-CO		-1
F-BAL-CER	-1	-1

+	F-CONS-PAP
F-BAL-PAPA	-1

+	F-CONS-LEC	F-CONS-CAR
F-BAL-LEC	-1	
F-BAL-CAR		-1

	+	F-POBLA
F-KGARR-CO		40
F-BAL-CER		120
F-BAL-PAPA		180
F-BAL-LEC		100
F-BAL-CAR		10

TABLE TEMP4 (*, •)

* *equilibres etage tempere*
 * *equilibrios piso templado*

		T-POB-FAM	T-DF-INT	T-DF-AFZ
T-EQ-WFAM		-80	1	1
T-BAL-CER				-4
T-LIM-WF			-1	1

	+	T-POB-JOR	T-VDJ-INT	T-VDJ-CALI	F-VDJ-TEMP	T-CE-JFRIO
T-EQ-WJOR		-300	1	1		
T-LIM-VDJE			-2	1		
T-BAL-CER				-3		
T-KGCE-JE					3	-1

	+	T-CONS-CER	T-COMP-ARR	T-CONS-PAP
T-KGARR-CO			-1	
T-BAL-CER		-1	-1	
T-BAL-PAPA				-1

	+	T-CONS-FRE	T-CONS-LEG	T-CONS-FRU	T-CONS-LEC	T-CONS-CAR
T-BAL-FRE		-1				
T-BAL-LEG			-1			
T-BAL-FRU				-1		
T-BAL-LEC					-1	
T-BAL-CAR						-1

	+	T-POBLA
T-KGARR-CO		50
T-BAL-CER		200
T-BAL-PAPA		10
T-BAL-FRE		10
T-BAL-LEG		10
T-BAL-FRU		10
T-BAL-LEC		50
T-BAL-CAR		20

TABLE CALI4 (*, *)

* *equilibres etage chaud*
 * *equilibrios piso caliente*

	C-POB-FAM	C-DF-INT	C-DF-AFZ		
C-EQ-WFAM	-50	1	1		
C-BAL-CER			-6		
C-LIM-WF		-1	1		
+	C-POB-JOR	C-VDJ-INT	C-CDJ-EXT	F-VDJ-CALI	T-VDJ-CALI
C-EQ-WJOR	-300	1			
C-LIM-CDJ			1		
C-KGARR-JE			3	3	3
+	C-COMP-ARR	C-ARR-JEXT			
C-KGARR-CO	-1				
C-KGARR-JE		-1			
C-BAL-CER	-1				
+	C-CONS-FRE	C-CONS-LEG	C-CONS-FRU		
C-BAL-FRE	-1				
C-BAL-LEG		-1			
C-BAL-FRU			-1		
+	C-CONS-LEC	C-CONS-CAR			
C-BAL-LEC	-1				
C-BAL-CAR		-1			
+	C-POBLA				
C-KGARR-CO	200				
C-BAL-CER	200				
C-BAL-FRE	60				
C-BAL-LEG	40				
C-BAL-FRU	35				
C-BAL-LEC	75				
C-BAL-CAR	30				

TABLE FIRRI (*, *)

* *demande en eau etage froid*
 * *demanda en agua piso frio*

	F-IRRI-INV	F-IRRI-VER
F-M3-INV	-1	
F-M3-VER		-1

TABLE TIRRI (*, *)

* *demande en eau etage tempere*
 * *demanda en agua piso templado*

	T-IRRI-INV	T-IRRI-VER
T-M3-INV	-1	
T-M3-VER		-1

TABLE CIRRI (*, *)
 * demande en eau etage chaud
 * demanda en agua piso caliente

	C-IRRI-INV	C-IRRI-VER
C-M3-INV	-1	
C-M3-VER		-1

TABLE FEIRRI (*, *)
 * limite demande offre etage froid
 * limite demanda oferta piso frio

	F-IRRI-INV	F-IRRI-VER
F-RIEGO-IN	1	
F-RIEGO-VE		1 ;

TABLE TEIRRI (*, *)
 * limite demande offre etage tempere
 * limite demanda oferta piso templado

	T-IRRI-INV	T-IRRI-VER
T-RIEGO-IN	1	
T-RIEGO-VE		1 ;

TABLE CEIRRI (*, *)
 * limite demande offre etage chaud
 * limite demanda oferta piso caliente

	C-IRRI-INV	C-IRRI-VER
C-RIEGO-IN	1	
C-RIEGO-VE		1 ;

* fin de la declaration des donnees techniques sous forme matricielle intermediaire
 * fin de la declaracion de los datos tecnicos bajo forma matricial intermediaria

* declaration et construction de la matrice finale appelee resul
 * declaracion y construccion de la matriz final llamada resul

PARAMETER RESUL (J, I) ;

RESUL (J, I) = FRI01 (J, I) +FRI02 (J, I) +FRI03 (J, I) +FRI04 (J, I)
 +TEMP1 (J, I) +TEMP2 (J, I) +TEMP3 (J, I) +TEMP4 (J, I)
 +CALI1 (J, I) +CALI2 (J, I) +CALI3 (J, I) +CALI4 (J, I)
 +FIRRI (J, I) +FEIRRI (J, I)
 +TIRRI (J, I) +TEIRRI (J, I)
 +CIRRI (J, I) +CEIRRI (J, I) ;

* declaration de parametres quantitatifs nommes scalars
* declaracion de parametros cantitativos llamados scalars

```
SCALARS  FPOBLA , FUP , FBINF , FQTCNC , FSUPSEC , FPARAMO , FCPERD  
         TPOBLA , TUP , TBINF , TQTCNC , TSUPSEC , TCPERD  
         CPOBLA , CUP , CDJ , CBINF , CQTCNC , CCPERD
```

* valeurs des parametres dont certains seront variables des simulations
* valores de los parametros cuyos algunos seran factores de simulaciones

```
FUP=100 ;  
FPOBLA=1000 ;  
FBINF=500 ;  
FQTCNC=50 ;  
FSUPSEC=1000 ;  
FPARAMO=1000 ;  
FCPERD=0.3 ;
```

```
TUP=225 ;  
TPOBLA=3000 ;  
TBINF=700 ;  
TSUPSEC=200 ;  
TQTCNC=400 ;  
TCPERD=0.4 ;
```

```
CUP=300 ;  
CPOBLA=2000 ;  
CDJ=1 ;  
CBINF=3300 ;  
CQTCNC=2100 ;  
CCPERD=0.5 ;
```

* ordre apparition matrice generale dans le listing de resultats
* orden aparicion matriz general en la lista de resultados

```
DISPLAY  RESUL ;
```

* *definition des coefficients techniques ct pour les seconds termes des
equations somme xi =<> ct cas general ct est nul*

* *definicion de los coeficientes tecnicos ct para los segundos terminos
de las ecuaciones suma xi =<> ct caso general ct es zero*

PARAMETER CT(J);

```
CT(J) = 0;
CT('F-HAPARAMO') = FPARAMO ;
CT('F-HACULSEC') = FSUPSEC ;
CT('F-HACULREG') = FBINF ;
CT('F-NUM-UP') = FUP ;
CT('F-HOMBRES') = FPOBLA ;
CT('F-RIEGO-IN') = (FCPERD*FQTCNC*86.4)*182.5;
CT('F-RIEGO-VE') = CT('F-RIEGO-IN');
CT('T-HACULSEC') = TSUPSEC ;
CT('T-HACULREG') = TBINF ;
CT('T-NUM-UP') = TUP ;
CT('T-HOMBRES') = TPOBLA ;
CT('T-RIEGO-IN') = (TCPERD*TQTCNC*86.4)*182.5;
CT('T-RIEGO-VE') = CT('T-RIEGO-IN');
CT('C-HACULREG') = CBINF ;
CT('C-NUM-UP') = CUP ;
CT('C-HOMBRES') = CPOBLA ;
CT('C-LIM-CDJ') = CDJ*CPOBLA*50;
CT('C-RIEGO-IN') = (CCPERD*CQTCNC*86.4)*182.5;
CT('C-RIEGO-VE') = CT('C-RIEGO-IN');
```

* *definition du vecteur economique objet affectant a chaque activite
un cout ou un prix (en negatif) exprime en dollars us*

* *definicion del vector economico objet dando a cada actividad un
costo o un precio (en negativo) en dolares usa*

PARAMETER	OBJET(I)	T-MAFR-OCT	55	C-PN-REG	45
/F-PARAMO	0	T-PAPA-FEB	75	C-ALFALFA	80
F-PNAT	3	T-FRE-MAIZ	85	C-CANA	45
F-PN-REG	20	T-FRE-PAPA	140	C-MAIZ	25
F-TRIGO	30	T-HORTALIZ	300	C-FREJOL	15
F-CEBADA	30	T-HUERTA	300	C-FRE-MAIZ	40
F-PP-REG	100	T-BOVINO	5	C-HUERTA	450
F-BOVINO	2	T-PUERCO	40	C-HORTALIZ	270
F-PUERCO	36	T-UP-FAM	0	C-BOVINO	20
F-UP-FAM	0	T-POBLA	0	C-UP-FAM	0
F-POBLA	0	T-POB-FAM	0	C-POBLA	0
F-POB-FAM	0	T-POB-JOR	0	C-POB-FAM	0
F-POB-JOR	0	T-CONS-CER	0	C-POB-JOR	0
F-CONS-CER	0	T-CE-JFRIO	0	C-CONS-CHO	0
F-VENT-CER	-0.25	T-VENT-CER	-0.25	C-VENT-CHO	-0.15
F-COMP-ARR	0.35	T-CONS-CHO	0	C-COMP-ARR	0.35
F-CONS-PAP	0	T-VENT-CHO	-0.15	C-ARR-JEXT	0.35
F-VENT-PAP	-0.10	T-COMP-ARR	0.35	C-CONS-FRE	0
F-CONS-LEC	0	T-CONS-PAP	0	C-VENT-FRE	-0.37
F-VENT-LEC	-0.20	T-VENT-PAP	-0.10	C-VENT-CAN	-0.015
F-CONS-CAR	0	T-CONS-FRE	0	C-CONS-LEG	0
F-VENT-CAR	-1.5	T-VENT-FRE	-0.37	C-VENT-LEG	-0.15
F-DF-INT	0	T-CONS-LEG	0	C-CONS-FRU	0
F-DF-AFZ	0	T-VENT-LEG	-0.15	C-VENT-FRU	-0.10
F-YDJ-INT	0	T-CONS-FRU	0	C-CONS-LEC	0
F-YDJ-TEMP	0	T-VENT-FRU	-0.10	C-VENT-LEC	-0.2
F-YDJ-CALI	0	T-CONS-LEC	0	C-CONS-CAR	0
F-ABON-N	0.4	T-VENT-LEC	-0.20	C-VENT-CAR	-1.5
F-ABON-P	0.4	T-CONS-CAR	0	C-DF-INT	0
F-ABON-K	0.4	T-VENT-CAR	-1.5	C-DF-AFZ	0
F-FITOS	1	T-DF-INT	0	C-YDJ-INT	0
F-BUEYES	100	T-DF-AFZ	0	C-CDJ-EXT	1
F-TRACTOR	10	T-YDJ-INT	0	C-ABON-N	0.4
F-IRRI-INV	0.0030	T-YDJ-CALI	0	C-ABON-P	0.4
F-IRRI-YER	0.0015	T-ABON-N	0.4	C-ABON-K	0.4
F-SCULREG	0	T-ABON-P	0.4	C-FITOS	1
F-SCULSEC	0	T-ABON-K	0.4	C-BUEYES	200
F-PERDIDO	150	T-FITOS	1	C-TRACTOR	15
F-PERDIAN	60	T-BUEYES	100	C-IRRI-INV	0.002
		T-TRACTOR	10	C-IRRI-YER	0.002
T-PN-REG	20	T-IRRI-INV	0.004	C-SCULREG	0
T-ALFALFA	130	T-IRRI-YER	0.002	C-PERDIDO	200
T-MAIZ-SEC	10	T-SCULREG	0	C-PERDIAN	60 / ;
T-MAIZ-OCT	20	T-SCULSEC	0		
T-MAIZ-JUI	40	T-PERDIDO	150		
T-FREJ-MAR	45	T-PERDIAN	60		

* *ordre apparition des coefficients techniques ct (seconds termes equations)*
* *et du vecteur economique objet dans le listing des resultats*

* *orden aparicion de los coeficientes tecnicos ct (segundos terminos de las*
* *ecuaciones) y del vector economico objet en la lista de resultados*

DISPLAY CT;
DISPLAY OBJET;

* *definition parametre rho pour indiquer le sens des equations*
* *definicion parametro rho para indicar el sentido de las ecuaciones*

* *par convention* *por convencion*
* *0 indique <=* *0 indica <=*
* *1 indique >=* *1 indica >=*
* *2 indique =* *2 indica =*

PARAMETER RHO (J) ;

RHO('F-HA-REGAD')=2 ;	RHO('T-HAPERDID')=2 ;	RHO('T-USD-FITO')=2 ;
RHO('F-HA-SECOS')=2 ;	RHO('T-UAPERDID')=2 ;	RHO('C-HA-REGAD')=2 ;
RHO('F-HAPARAMO')=0 ;	RHO('T-M3-INV')=2 ;	RHO('C-HACULREG')=0 ;
RHO('F-HACULREG')=0 ;	RHO('T-M3-VER')=2 ;	RHO('C-HAPERDID')=2 ;
RHO('F-HACULSEC')=0 ;	RHO('T-NUM-UP')=2 ;	RHO('C-UAPERDID')=2 ;
RHO('F-HAPERDID')=2 ;	RHO('T-HOMBRES')=2 ;	RHO('C-M3-INV')=2 ;
RHO('F-UAPERDID')=2 ;	RHO('T-EQ-JOR')=2 ;	RHO('C-M3-VER')=2 ;
RHO('F-M3-INV')=2 ;	RHO('T-HOM-FAM')=2 ;	RHO('C-NUM-UP')=2 ;
RHO('F-M3-VER')=2 ;	RHO('T-LIM-WF')=0 ;	RHO('C-HOMBRES')=2 ;
RHO('F-NUM-UP')=2 ;	RHO('T-HORA-MEC')=2 ;	RHO('C-EQ-JOR')=2 ;
RHO('F-HOMBRES')=2 ;	RHO('T-KG-N')=2 ;	RHO('C-HOM-FAM')=2 ;
RHO('F-EQ-JOR')=2 ;	RHO('T-KG-P')=2 ;	RHO('C-LIM-WF')=0 ;
RHO('F-HOM-FAM')=2 ;	RHO('T-KG-K')=2 ;	RHO('C-LIM-CDJ')=0 ;
RHO('F-LIM-WF')=0 ;	RHO('T-HORA-YUN')=0 ;	RHO('C-HORA-MEC')=2 ;
RHO('F-HORA-MEC')=2 ;	RHO('T-DIAS-FAM')=2 ;	RHO('C-KG-N')=2 ;
RHO('F-KG-N')=2 ;	RHO('T-DIAS-PAG')=2 ;	RHO('C-KG-P')=2 ;
RHO('F-KG-P')=2 ;	RHO('T-UNID-FOR')=0 ;	RHO('C-KG-K')=2 ;
RHO('F-KG-K')=2 ;	RHO('T-HAPARC')=2 ;	RHO('C-HORA-YUN')=0 ;
RHO('F-HORA-YUN')=0 ;	RHO('T-PRO-CER')=2 ;	RHO('C-DIAS-FAM')=2 ;
RHO('F-DIAS-FAM')=2 ;	RHO('T-PRO-CHOC')=2 ;	RHO('C-DIAS-PAG')=2 ;
RHO('F-DIAS-PAG')=2 ;	RHO('T-PRO-PAPA')=2 ;	RHO('C-UNID-FOR')=0 ;
RHO('F-UNID-FOR')=0 ;	RHO('T-PRO-FRE')=2 ;	RHO('C-HAPARC')=2 ;
RHO('F-PRO-CER')=2 ;	RHO('T-PRO-LEG')=2 ;	RHO('C-PRO-CHOC')=2 ;
RHO('F-PRO-PAPA')=2 ;	RHO('T-PRO-FRU')=2 ;	RHO('C-PRO-FRE')=2 ;
RHO('F-PRO-LECH')=2 ;	RHO('T-PRO-LECH')=2 ;	RHO('C-PRO-CANA')=2 ;
RHO('F-PRO-CARN')=2 ;	RHO('T-PRO-CARN')=2 ;	RHO('C-PRO-LEG')=2 ;
RHO('F-EQ-WFAM')=0 ;	RHO('T-EQ-WFAM')=0 ;	RHO('C-PRO-FRU')=2 ;
RHO('F-EQ-WJOR')=0 ;	RHO('T-EQ-WJOR')=0 ;	RHO('C-PRO-LECH')=2 ;
RHO('F-LIM-VDJE')=0 ;	RHO('T-LIM-VDJE')=0 ;	RHO('C-PRO-CARN')=2 ;
RHO('F-BAL-CER')=2 ;	RHO('T-BAL-CER')=2 ;	RHO('C-EQ-WFAM')=0 ;
RHO('F-BAL-PAPA')=2 ;	RHO('T-BAL-CHO')=2 ;	RHO('C-EQ-WJOR')=0 ;
RHO('F-BAL-LEC')=2 ;	RHO('T-BAL-PAPA')=2 ;	RHO('C-BAL-CER')=2 ;
RHO('F-BAL-CAR')=2 ;	RHO('T-BAL-FRE')=2 ;	RHO('C-BAL-FRE')=2 ;
RHO('F-RIEGO-IN')=0 ;	RHO('T-BAL-LEG')=2 ;	RHO('C-BAL-LEG')=2 ;
RHO('F-RIEGO-VE')=0 ;	RHO('T-BAL-FRU')=2 ;	RHO('C-BAL-FRU')=2 ;
RHO('F-KGARR-CO')=1 ;	RHO('T-BAL-LEC')=2 ;	RHO('C-BAL-LEC')=2 ;
RHO('F-USD-FITO')=2 ;	RHO('T-BAL-CAR')=2 ;	RHO('C-BAL-CAR')=2 ;
RHO('T-HA-REGAD')=2 ;	RHO('T-RIEGO-IN')=0 ;	RHO('C-RIEGO-IN')=0 ;
RHO('T-HA-SECOS')=2 ;	RHO('T-RIEGO-VE')=0 ;	RHO('C-RIEGO-VE')=0 ;
RHO('T-HACULREG')=0 ;	RHO('T-KGARR-CO')=1 ;	RHO('C-KGARR-CO')=1 ;
RHO('T-HACULSEC')=0 ;	RHO('T-KGCE-JE')=2 ;	RHO('C-KGARR-JE')=2 ;
		RHO('C-USD-FITO')=2 ;

* *definition des variables inconnues*
* definiciones de las variables desconocidas

VARIABLES

X(I) *niveaux activites* niveles actividades
Z *fonction objectif* función objetivo ;

POSITIVE VARIABLE X;

* *definition des familles equations a resoudre*
* definicion de las familias ecuaciones que resolver

EQUATIONS

COST
SUPPLY1(J)
SUPPLY2(J)
SUPPLY3(J) ;

COST .. Z =E= -1*(SUM(I,OBJET(I)* X(I)));
SUPPLY1(J)\$(RHO(J) EQ 0).. SUM(I,RESUL(J,I)*X(I)) =L= CT(J);
SUPPLY2(J)\$(RHO(J) EQ 1).. SUM(I,RESUL(J,I)*X(I)) =G= CT(J);
SUPPLY3(J)\$(RHO(J) EQ 2).. SUM(I,RESUL(J,I)*X(I)) =E= CT(J);

* *ordre de resolution du modele selon une certaine optimisation*
* orden de resolucion del modelo segun una optimizacion escogida

MODEL ZARI /ALL/;
SOLVE ZARI USING LP MAXIMIZING Z;

* *ordre d'apparition des resultats des activitees optimisees et des activites rejetees par le modele dans le listing des resultats fichier.lst*

* orden de aparicion de los resultados de las actividades optimizadas y de las actividades rechazadas por el modelo en la lista de resultados fichero.lst

DISPLAY X.L,X.M;

ANNEXE 3

SIMULATION GAMS ZARI URCUQUÍ. Résultat général

dotation eau	- 20 %	- 10 %	BASE	+ 10 %	+ 20%	+ 30 %	+ 40 %	+ 50 %	+ 60 %
population			8 000						
nombre UPA			825						
pop. fam. paysanne			3 125						
pop. journaliers			575						
revenu net de la population agricole									
total (1 000 USD)	2 073	2 089	2 064	2 060	1 983	1 850	1 602	1 335	1 028
par UPA (USD)	3 317	3 310	3 302	3 298	3 173	2 990	2 563	2 136	1 845

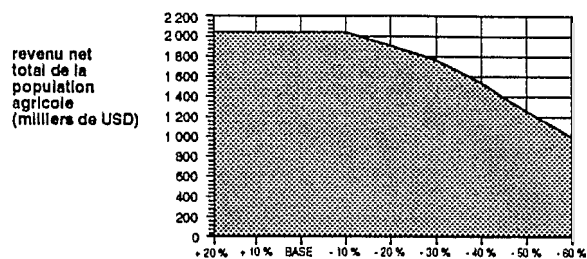


Tableau 1 - Résultat général

Simulación GAMS, ZAFI Uruquí. Resultados del piso frío

dotación agua	+20 %	+10 %	BASE	-10 %	-20 %	-30 %	-40 %	-50 %	-60 %
población	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000
número UPA	100	100	100	100	100	100	100	100	100
pop. fam. camp.	500	500	500	500	500	500	500	500	500
pop. jornaleros	100	100	100	100	100	100	100	100	100
Actividades agrícolas (ha)									
trigo	478	559	640	720	0	1.000	1.000	1.000	1.000
cebada	522	441	360	279	1.000	0	0	0	0
tot. cereales	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000
piramo	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000
papa regada	36	36	36	36	36	36	36	36	36
pario regado	275	178	178	159	141	121	103	83	54
SAU seca	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000
SAU regada	257	232	214	195	176	157	139	119	100
Evaluación riesgos (equivalente a hectáreas perdidas)									
ha con riesgo	252	248	247	245	243	241	239	237	235
UA con riesgo	154	148	143	138	129	128	122	117	111
ganado bovino (nóm.)	572	495	477	460	430	427	408	389	370
ganado porcino (nóm.)	2	0	0	0	0	0	0	0	0
Actividades de riego (miles de metros cúbicos)									
M43 de invierno	239	260	237	213	189	166	142	118	94
M43 de verano	292	258	235	212	189	165	142	118	95
ACTIVIDADES ECONOMICAS									
Compras									
ton. N	12	10	11	11	7	12	12	12	12
ton. P ₂ O ₅	25	28	29	30	19	34	34	34	34
ton. K	10	10	11	11	8	13	13	13	13
US\$ fitosanitarios	3.600	3.600	3.600	3.600	3.600	3.600	3.600	3.600	3.600
horas tractor	2.072	2.072	2.072	2.072	2.072	2.072	2.072	2.072	2.072
horas yuntas sup.	2	0	0	0	0	0	0	0	0
Intercambios W (días de trabajo)									
Campesinos									
días W int.	39.000	39.339	39.578	39.817	36.009	40.888	40.718	40.547	40.375
días W afuera	5.899	5.660	5.422	5.183	8.990	4.111	4.280	4.453	4.624
Jornaleros									
días W int.	21.827	21.827	21.827	21.827	17.730	22.427	22.012	21.593	21.173
días W para T									
días W para C	8.173	8.173	8.173	8.173	12.269	7.572	7.987	8.407	8.825
Actividades de autoconsumo									
ton. cereales	72	73	74	75	47	31	73	77	75
ton. papa	180	180	180	180	180	180	180	180	180
ton. carne	10	10	10	10	10	10	10	10	10
ton. leche	100	100	100	100	100	100	100	100	100
Actividades de compra de arroz									
ton. arroz	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Actividades de venta de productos agrícolas									
ton. cereales	825	833	840	847	803	869	871	873	875
ton. papa									
ton. carne	57	64	62	59	54	54	51	48	45
ton. leche	156	47	39	130	115	113	104	94	85
Ingresos	337.979	334.076	330.172	326.251	305.326	320.955	315.308	309.594	303.882
costos	129.544	129.383	129.091	128.768	120.259	129.428	128.288	127.151	126.006
Ingreso neto	208.436	204.693	201.081	197.483	185.067	191.528	187.020	182.443	177.879
Ingreso por UP	2.084	2.047	2.011	1.975	1.950	1.915	1.870	1.824	1.779
									ingreso corregido

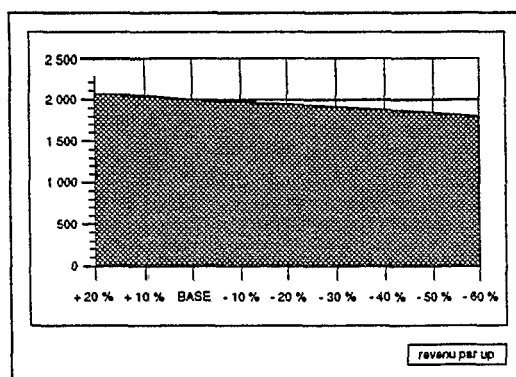
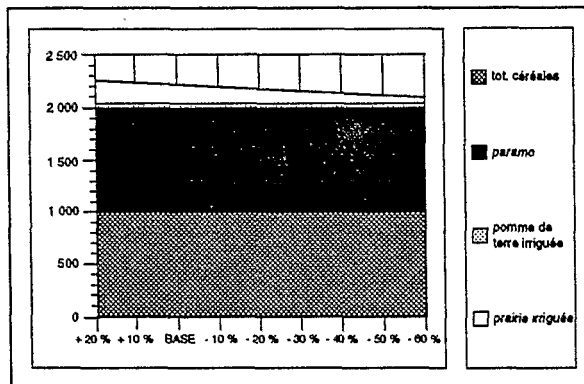


Tableau 2 - Étage froid

Simulación GAMS, ZARI Urouquif. Resultados del piso templado

dotación agua	+20 %	+10 %	BASE	-10 %	-20 %	-30 %	-40 %	-50 %	-60 %	disminución riesgo
población	3.000	3.000	3.000	3.000	3.000	3.000	3.000	3.000	3.000	3.000
número UPA	225	225	225	225	225	225	225	225	225	225
pop. fam. camp.	1.125	1.125	1.125	1.125	1.125	1.125	1.125	1.125	1.125	1.125
pop. jornaleros	375	375	375	375	375	375	375	375	375	375
Actividades agrícolas (ha)										
maíz seco	200	175	62	0	0	0	0	140	200	200
maíz extensivo	90	99	145	177	194	210	291	411	448	167
maíz fréjol extensivo	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
pasto regado	337	327	283	238	194	149	125	125	125	125
alfalfa	156	151	126	99	70	40	26	25	22	14
papas										
fréjol-papas	51	64	76	109	166	224	171	45	45	336
fréjol-papas	7	7	9	10	12	14	15	15	15	15
hortalizas	44	48	56	60	58	57	66	73	39	37
huerta	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6
SAU seca	200	175	62	0	0	0	0	140	200	200
SAU regada	700	700	700	700	700	700	700	700	700	700
Evaluación riesgos (equivalente a hectáreas perdidas)										
ha con pérdidas	300	289	236	215	232	249	224	237	241	265
UA con pérdidas	144	142	135	128	121	114	110	110	110	110
ganado bovino	659	646	528	421	316	208	150	150	150	150
ganado porcino	61	76	148	219	290	361	400	400	400	400
Actividades de riego (miles de metros cúbicos)										
MM3 de invierno	875	873	862	840	805	770	747	708	598	709
MM3 de verano	2.830	2.775	2.523	2.271	2.018	1.766	1.514	1.261	1.009	1.628
ACTIVIDADES ECONOMICAS										
Compra										
ton. N	15	16	18	20	21	22	22	19	11	22
ton. P ₂ O ₅	11	11	12	13	13	13	14	14	8	11
ton. K	9	9	10	12	14	15	14	11	6	17
US\$ Alimentarios	14.639	15.318	18.460	21.380	24.039	26.699	26.368	21.944	12.830	27.313
horas tractor	1.650	1.660	1.707	1.896	2.251	2.606	2.555	2.410	2.157	3.342
horas yuntas										
Intercambios W										
Campeones										
días W Int.	45.000	45.000	45.000	46.836	50.841	54.844	56.527	60.432	57.242	64.074
días W afuera	45.000	45.000	45.000	43.161	39.158	35.155	33.472	29.567	32.757	25.925
Jornaleros										
días W Int.	37.500	37.500	37.500	37.500	37.500	37.500	37.500	37.500	27.752	37.500
días W para C	75.000	75.000	70.000	75.000	75.000	75.000	75.000	75.000	55.504	75.000
Actividades de autoconsumo										
ton. cereales	195	195	195	202	218	234	241	257	342	271
ton. papas	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30
ton. fréjol	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30
ton. legumbres	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30
ton. frutas	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30
ton. carne	60	60	60	60	60	60	60	60	60	60
ton. leche	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150
Actividades de venta de producción agrícolas										
ton. cereales	0	0	0	0	0	0	88	280	306	0
ton. choclos	122	122	131	185	294	403	277	0	0	840
ton. papas	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
ton. fréjol	23	25	36	63	110	158	116	15	6	284
ton. legumbres	416	436	531	576	561	545	634	709	363	343
ton. frutas	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
ton. carne	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
ton. leche	509	485	378	271	165	58	0	0	0	0
Ingresos	190.882	190.162	188.226	191.845	202.007	212.166	201.696	182.003	133.257	239.004
costos	165.471	165.254	163.971	168.609	180.179	191.730	185.018	172.975	144.095	203.164
Ingreso neto	25.411	24.908	24.255	23.236	21.828	20.436	16.678	9.028	-10.838	35.840
Ingreso neto UP	113	111	108	103	97	91	74	40	-48	159
autoconsumo UP	317	317	317	320	327	334	356	343	379	349
total UP	430	428	428	424	424	424	411	383	331	508

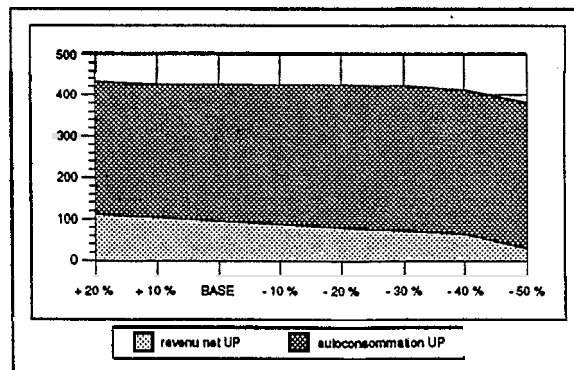
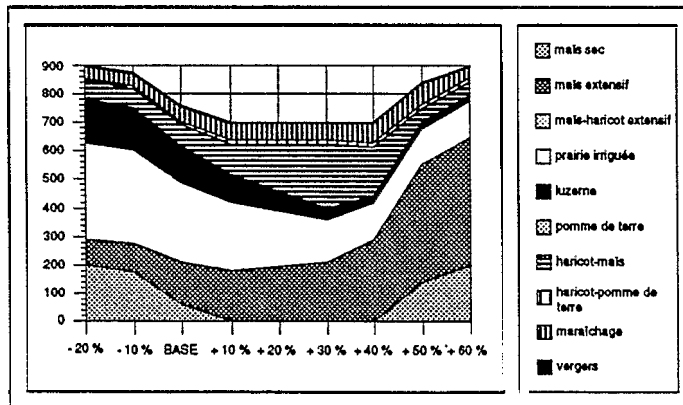


Tableau 3 - Étage tempéré

Simulación GAMS, ZARI Urcuquí. Resultados del piso caliente

dotación agua	+20 %	+10 %	BASE	-10 %	-20 %	-30 %	-40 %	-50 %	-60 %
población	2.000	2.000	2.000	2.000	2.000	2.000	2.000	2.000	2.000
número UPA	300	300	300	300	300	300	300	300	300
pol. fam. camp.	1.500	1.500	1.500	1.500	1.500	1.500	1.500	1.500	1.500
pol. jornaleros	100	100	100	100	100	100	100	100	100
Actividades agrícolas (ha)									
pasto regado	1.055	1.055	1.055	1.055	507	0	0	66	177
alfalfa	0	0	0	0	0	0	0	0	0
caña	2.119	2.119	2.119	2.119	2.408	2.566	2.193	1.752	1.252
maíz	0	0	0	0	0	0	0	0	0
fréjol	109	109	109	109	109	109	109	109	109
fréjol-maíz	0	0	0	0	0	0	0	0	0
hortalizas	5	5	5	5	5	5	5	5	5
huerta	12	12	12	12	12	12	12	12	12
SAU regada	3.300	3.300	3.300	3.300	3.041	2.892	2.319	1.943	1.565
Evolución riesgos (equivalente a hectáreas perdidas)									
ha regadas perdidas	372	372	372	372	346	312	274	237	199
UA con pérdidas	217	217	217	217	149	84	72	67	87
ganado bovino	2.170	2.170	2.170	2.170	1.495	836	717	567	687
Actividades de riego (miles de metros cúbicos)									
MM3 de invierno	9.413	9.413	9.413	9.413	8.449	7.258	6.240	5.244	4.265
MM3 de verano	14.510	14.510	14.510	14.510	13.245	11.589	9.933	8.278	6.823
ACTIVIDADES ECONOMICAS									
Compra									
ton. N	223	223	223	223	237	242	208	159	128
ton. P ₂ O ₅	3	3	3	3	3	3	3	3	3
ton. K	1	1	1	1	1	1	1	1	1
US\$ bioquímicos	5.897	5.897	5.897	5.897	5.897	5.897	5.897	5.897	5.897
horas tractor	42.671	42.671	42.671	42.671	48.455	51.608	44.150	35.334	25.530
Intercambio W									
Compra de insumos									
días W int.	75.000	75.000	75.000	75.000	73.218	68.839	59.548	49.625	30.246
días W afuera	0	0	0	0	1.780	6.160	15.353	25.374	35.754
Jornaleros									
días W int.	30.000	30.000	30.000	30.000	30.000	30.000	30.000	30.000	30.000
Compra días de jornaleros desde afuera									
días plus F	8.173	8.173	8.173	8.173	12.269	7.532	7.987	8.407	8.828
días plus T	75.000	75.000	75.000	75.000	75.000	75.000	75.000	75.000	55.504
días ext. Z	100.000	100.000	100.000	100.000	100.000	99.865	70.141	37.278	21.630
Actividades de autoconsumo									
ton. fréjol	120	120	120	120	120	120	120	120	120
ton. legumbres	80	80	80	80	80	80	80	80	80
ton. frutas	70	70	70	70	70	70	70	70	70
ton. carne	60	60	60	60	60	60	60	60	60
ton. leche	150	150	150	150	150	150	150	150	150
Actividades de compra de arroz									
ton. arroz	400	400	400	400	389	363	307	248	185
ton. arroz jorn.	550	550	550	550	562	547	459	362	258
Actividades de venta de productos agrícolas									
1.000 ton. caña	159	159	159	159	181	192	164	131	95
ton. choclos									
ton. fréjol									
ton. legumbres									
ton. frutas									
ton. carne	135	135	135	135	74	15	5	0	0
ton. leche	3.756	3.756	3.756	3.756	2.541	1.355	1.140	1.050	1.050
Ingresos (1.000 \$.)	3.338	3.338	3.338	3.338	3.329	3.181	2.702	2.181	1.630
costos (1.000 \$.)	1.399	1.399	1.399	1.399	1.453	1.442	1.234	1.000	748
Ingreso neto (1.000 \$.)	1.940	1.940	1.940	1.940	1.876	1.739	1.468	1.581	881
Ingreso UP	6.466	6.466	6.466	6.466	6.253	5.796	4.894	3.938	2.938

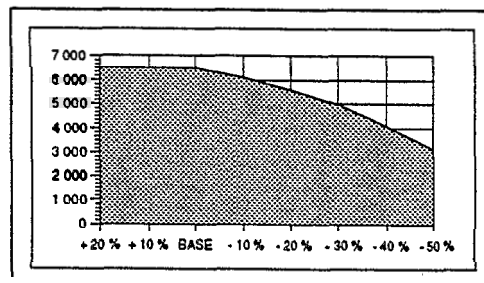
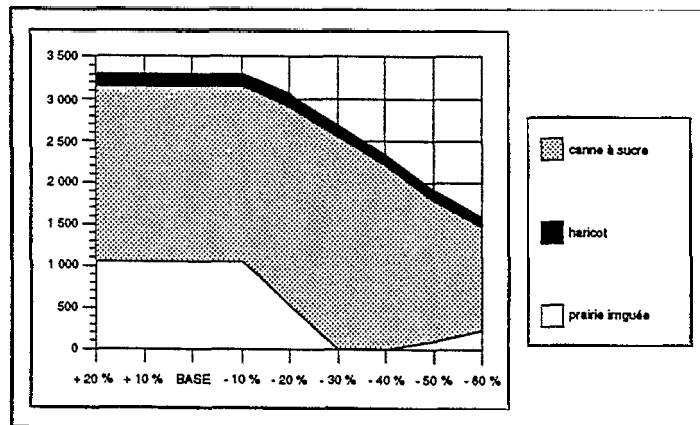


Tableau 4 - Étage chaud