

**ETUDE DES USAGES DE L'EAU  
EN ZONE SEMI ARIDE  
AU CENTRE-NORD MEXIQUE**

**Approche hydrologique et socio-économique de la zone Sud de l'ejido Severino  
Ceniceros, dans la partie basse du bassin versant expérimental Atotonilco  
(ville de Cuencamé, Etat du Durango, Centre Nord Mexique)**

**SARH**

(Secretaria de Agricultura y Recursos Hidraulicos)

**INIFAP**

(Instituto Nacional de Investigaciones Forestales y Agropecuarias)

**CENID-RASPA**

(Centro Nacional de Investigacion Disciplinaria Relacion Agua-Suelo-Planta-  
Atmosfera)

**ORSTOM, Département des Eaux Continentales**

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

**Rapport de stage des Unités d'Approfondissement Libres 2 & 3  
fin de deuxième année du 16 Avril au 27 Juin 1994**

**rendu en Chaire de Génie Rural à Monsieur Jean-Paul Luc  
et en Chaire d'Economie à Monsieur Gérard Miclet  
le 7 Juillet 1994**

**Etudiant : CHAUVIN Jean-Philippe (maître-ès-sciences)**

*ORSTOM*



## INTRODUCTION

## INTRODUCTION

Le travail réalisé entre dans le cadre de l'établissement du **bilan hydrologique du bassin versant Atotonilco** (400 km<sup>2</sup>) situé au Centre Nord Mexique, en zone semi aride. Il s'agit d'un projet commun **CENID RASPA** (organisme de recherche de la SARH, ministère de l'agriculture et des ressources hydrauliques du Mexique) - **ORSTOM** (Département des Eaux Continentales).

Trois bassins versants expérimentaux ont été choisis pour engranger des données concernant la **gestion des ressources en eau** dans des conditions naturelles précises : milieux subhumide, semi aride et aride. Le projet entre dans la phase expérimentale à la saison des pluies 1994.

Il revêt une importance certaine pour la région des bassins, dite région hydrologique 36 (RH 36), et pour le pays entier. Les résultats sont en effet destinés, après généralisation, à bâtir un outil d'aide à la décision, à l'échelle régionale, pour la gestion des ressources en eau en conditions arides et semi arides, cas de 60 % du territoire mexicain. Le projet s'intitule **Manejo y uso del agua en las cuencas hidrograficas del norte de Mexico**.

**PARTIE I**  
**CADRE DE L'ETUDE**

## I - CADRE DE L'ETUDE

### I.A - PRESENTATION GENERALE

#### I.A.1 - La RH 36

La RH 36 n'est pas une unité de fonctionnement hydrologique. Elle est divisée en 13 sous-bassins. Six constituent le bassin haut et médian du rio Nazas. Quatre autres déterminent les bassins haut et moyen du rio Aguanaval. Les trois derniers ne correspondent pas à des écoulements ordonnés et significatifs.  
48,3%

#### I.A.2 - L'Etat de Durango

Les structures ejidales de l'Etat de Durango sont importantes en termes de surface (l'Etat est sur ce point au deuxième rang du pays, sur 32 Etats). Le nombre d'ejidatarios est par contre relativement faible (14ème rang dans le pays). L'Etat est riche en pâturages naturels et en montagnes (58% des surfaces ejidales) ainsi qu'en forêts (29% des surfaces).

Les surfaces agricoles (9% des surfaces ejidales) et irriguées (1,3%) sont moyennement importantes en comparaison des pourcentages nationaux (respectivement 21% et 3,5%).

Les structures ejidales de l'Etat sont bien équipées en tracteurs (3ème rang national) et leur production agricole moyennement orientée vers l'élevage et ses produits. Les ejidos sont bien dotés d'installations agricoles (4ème rang) et d'équipements agro-industriels (3ème rang). L'ensemble des ejidos de l'Etat de Durango est le deuxième producteur ejidataire de haricots du pays.

#### I.A.3 - La région et le municipio de Cuencamé, l'ejido Severino Ceniceros

La division régionale de Cuencamé est la deuxième de l'Etat en termes de superficie. Elle est la quatrième de la région par son nombre d'ejidos (102). Les surfaces ejidales représentent 55% de la surface agricoles. 90% des surfaces ejidales ne sont pas structurées en parcelles mais 97% des ejidatarios possèdent une parcelle.

Les surfaces agricoles occupent 10% des surfaces des ejidos, les zones de pâture naturelles occupant la majorité du territoire ejidal (76%).

Les surfaces irriguées occupent 12% des surfaces ejidales.

Les cultures rencontrées sont essentiellement le maïs (53% des surfaces), les haricots (34%), le reste étant consacrés au coton, aux fourrages ou laissé en friche.

L'élevage est représenté par des bovins à 70%, puis par des ovins et caprins pour 27%.

Ces valeurs sont toutes représentatives de la moyenne des régions de l'Etat de Durango.

L'ejido Severino Ceniceros a une superficie de 44 000 ha dont 2500 ha sont cultivés.

Il comporte 626 ejidatarios. Les cultures rencontrées sont maïs, haricots, sorgho, blé et avoine.

Les troupeaux sont constitués de 3000 bovins, 2000 caprins et 1000 chevaux.

## I.A - LA ZONE ETUDIEE PENDANT LE STAGE

Le bassin Atotonilco vient d'être équipé de 25 pluviomètres et de trois stations limnimétriques : deux dans des presa (réservoirs de terre et de pierre) de la partie haute du bassin et une à l'exutoire, sur l'arroyo Cuencamé, principal cours d'eau du bassin, où un seuil a été aménagé. Ce bassin présente une **relative homogénéité géologique et pédologique** : des formations volcaniques rhyolitiques arment un relief de mesa entre lesquelles se développent des canions plus ou moins encaissés où circulent des arroyos (rivières à écoulement temporaire). En aval des canions, les formations conglomeratiques détritiques qui en sont issues, plus ou moins altérées, donnent naissance à des plateaux d'extension limitée.

Les sols à texture sablo-limoneuse y sont très souvent mis en culture (luzerne, maïs, avoine, sorgho, haricots, piments, courgettes et arbres fruitiers).

Les efforts portent sur la production laitière bovine, donc sur la production fourragère, et sur les productions vivrières de maïs et de haricots. On distingue les cultures irriguées des cultures pluviales, complémentées (medio temporal) ou non (temporal).

Par contre, le bassin est plus **hétérogène quant à son exploitation** : la partie dite haute (85% de la surface du bassin) est occupée par la hacienda Atotonilco (propriété privée) vouée à l'élevage bovins viande. La partie basse (40 km<sup>2</sup>), sujet de l'étude du stage, correspond au dixième de la superficie de l'ejido Severino Ceniceros (structure para gouvernementale d'exploitation des ressources du milieu naturel).

## I.B - LE BUT DU STAGE

Le travail de stage visait à **étudier les usages de l'eau dans cette zone** afin d'affiner le bilan hydrologique, qui sera établi plus tard grâce aux mesures physiques.

La complexité de la gestion des ressources hydriques d'une région impliquait une approche systémique dont seule la partie typologique, structurelle, a pu être réalisée car le stage avait lieu en fin de saison sèche (Avril-Juin 1994). L'aspect fonctionnel envisagé ici concerne donc seulement le fonctionnement du système à l'étiage.

La zone étudiée constitue en effet une boîte noire pour l'utilisation d'une ressource hydrique X à l'entrée (pluie sur la partie basse, écoulements superficiels diffus ou ordonnés depuis la partie haute du bassin, écoulements souterrains). On mesure, à partir de cette année, la quantité Y de la ressource passant à l'exutoire, au niveau du seuil aménagé.

Le but premier de ce travail original était donc de **préciser la structure de cette boîte noire**, puisqu'aucune donnée n'avait encore été collectée. Cela justifie l'approche globale adoptée, combinant hydrologie et socio-économie.

L'investigation s'est faite sur le terrain, auprès des responsables de la gestion de l'eau de la région et grâce à une **étude bibliographique** pour resituer l'étude dans son contexte. Le plan des aménagements hydrauliques a été réalisé grâce aux études de terrain et à l'examen des **photos aériennes** de l'INEGI (institut national de la statistique, de la géographie et de l'informatique).

Des **prélèvements d'eau** ont été réalisés pour analyse, en des points représentatifs, afin de mettre éventuellement en évidence les origines diverses de l'eau utilisée pour l'irrigation et afin de porter un jugement sur sa qualité.

Une telle étude ne pouvait occulter l'aspect socio-économique puisqu'aux contraintes du milieu naturel s'ajoutent celles du **cadre juridique et traditionnel de l'usage de l'eau** en milieu rural mexicain.

De plus, l'**approche de cette région rurale** au travers de l'étude, par enquêtes, de son **tissu d'exploitations agricoles** permet d'enrichir la connaissance du milieu et d'affiner le diagnostic de l'efficacité de l'utilisation de l'eau. Il est alors possible d'identifier les points de dysfonctionnement de la gestion de l'eau et les points de blocage de son développement pour proposer des solutions.

## I.C - PROBLEMES METHODOLOGIQUES

Un problème méthodologique important s'est posé : le choix de l'échelle d'investigation des aménagements hydrauliques et celui des moyens d'étude à mettre en jeu en conséquence. L'échelle d'étude des aménagements dépend en effet de l'importance relative de leur influence sur le bilan hydrologique régional. Or, il s'agit là d'un aspect fonctionnel. Comme on ne dispose encore d'aucune donnée sur la zone étudiée, on ne peut donc se servir que des données disponibles les plus représentatives de la région étudiée.

Sur la base de ces données et de l'étude typologique, on effectue des estimations fonctionnelles (par exemple, une valeur attendue de ruissellement permet d'estimer grossièrement les débits disponibles dans les canaux de dérivation des arroyos). Celles-là mettent alors éventuellement en évidence la nécessité de réaliser une nouvelle étude structurelle, à une échelle plus grande (au sens strict), pour affiner la future modélisation, en prenant en compte de nouvelles variables. Par exemple, il s'agit ici de savoir si la différence de consommation d'eau selon les cultures en place est significative à l'échelle du bassin étudié. Cela revient à savoir s'il est utile d'enquêter pour connaître les superficies consacrées à chaque type de culture.

Des unités de l'ordre de l'hectare (ordre de grandeur moyen de la surface irriguée par un canal) ont été isolées a priori, car elles correspondaient à un niveau d'organisation de l'irrigation, compromis entre lourdeur et superficialité des investigations.

Dans une prochaine étape de l'étude, ces unités sont fortement susceptibles d'être intégrées à un niveau supérieur de l'ordre de la dizaine, voire de la centaine d'hectares, compte tenu de la superficie cultivée du bassin (de l'ordre de 10% de la superficie étudiée) et de la faible importance relative de la zone dans le bassin (de l'ordre de 10% de la superficie du bassin Atotonilco). Seule l'étude fonctionnelle en saison des pluies permettra de juger de l'importance des volumes d'eau détournés des arroyos. En termes de surface, la zone cultivée représente 1% de la surface totale étudiée.

**PARTIE II**

**RESULTATS DE L'ETUDE :**

**UNE TYPOLOGIE DES USAGES DE L'EAU  
DANS LE BASSIN**

## II - RESULTATS DE L'ETUDE : TYPOLOGIE DES USAGES DE L'EAU DANS LE BASSIN

### II.A - ORIGINE DES RESSOURCES EN EAU

Le village d'Ocuila, seule agglomération du sous-bassin étudié, et ses petits périmètres irrigués, disposent de deux sources dont le débit conjugué en fin de saison sèche est de l'ordre de 3,5 l/s.

La partie amont de la zone étudiée bénéficie uniquement de la dérivation des écoulements du Cuencamé grâce à sept canaux. Le débit cumulé détourné des sept canaux en fin de saison sèche est estimé à 9 l/s.

Les débits ont été estimés à partir de la **formule de Prony** (méthode du flotteur), utilisant la vitesse de surface de l'écoulement : **débit = vitesse \* surface mouillée \* 0,8**. Pour chaque canal, la valeur de la vitesse correspond à la moyenne de trois mesures, sur un tronçon rectiligne de un mètre, dans une zone où le fond ne présentait pas trop d'irrégularités. La surface mouillée était évaluée en trois points du tronçon (entrée, milieu, sortie), avec de une à cinq mesures de profondeur (une seule pour un profil en travers triangulaire du lit).

### II.B - DESTINATION DES RESSOURCES EN EAU

On distingue des **usages domestiques, agricoles et industriels**.

La population de la zone étudiée est de **318 habitants**. La consommation moyenne par habitant peut être estimée à 60 l/jour, soit **19 080 litres/jour**. *mesure par bien*

Un point important est le **prélèvement sans restitution de 12 000 litres par jour** en saison sèche (8000 litres en saison humide) dans une noria aménagée dans le lit de l'arroyo Cuencamé. Ce volume est destiné à l'arrosage des espaces verts de la ville de Cuencamé et à la distribution auprès des rancheros qui se trouvent éloignés de tout point d'eau, jusqu'à 30 km de la zone. L'eau est acheminée par camions citernes.

En outre, des **prélèvements quotidiens évalués à 12 000 litres** sont effectués par les habitants d'Ocuila et de la ville de Cuencamé (qui jouxte le bassin étudié) pour des usages domestiques ou agricoles divers, en sus de la consommation de l'eau du réseau d'alimentation.

90% de la superficie étudiée est vouée à l'agriculture. Seules les surfaces des habitations, des voies de communication et les terrains exploités par une usine de bentonite (seul usage industriel de l'eau) ne sont pas destinés à un usage agricole.

3% environ des surfaces de la zone étudiée utilisent l'eau pendant l'année, au moins temporairement, pour **l'irrigation ou la complémentémentation du temporal**.

irrigation : 41 ha partie haute : 27,5 ha ; partie basse : 13,5 ha)

temporal complémenté : 21 ha (partie haute)

temporal non complémenté : 40 ha (partie haute)

abreuvement des animaux (430 bovins, 250 caprins, 50 chevaux) à chiffrer.

La **variabilité annuelle et interannuelle des superficies cultivées** va poser des problèmes pour l'évaluation de la ressource en eau consommée par l'agriculture.

Il faudra distinguer **trois périodes** dans l'année pour l'établissement du bilan hydrologique. Le total de 350 mm de précipitations annuelles moyennes se répartit ainsi :

- la **saison sèche**, du mois de **Février au mois de Juin** inclus, pendant lesquels l'irrigation est très difficile (hauteur de précipitations : **75 mm**). Les détournements sur les faibles écoulements de l'arroyo vont alors fortement perturber la fiabilité de la mesure de sa hauteur à l'exutoire.

- pendant la **saison humide** (hauteur de précipitations : **220 mm**, de **Juillet à Septembre** inclus) les surfaces de temporal sont mises en culture dans la partie amont de la zone. La consommation d'eau augmente mais les besoins de complémentémentation sont très variables selon la quantité d'eau de pluie et de ruissellement direct disponible.

- pendant la **saison de transition** entre les deux saisons, du mois d'**Octobre au mois de Janvier** inclus (hauteur de précipitations : **55 mm**, la fréquence des irrigations ou des complémentations dépend des réserves hydriques du sol constituées pendant la saison des pluies.

## **II.C - PREMIERE TYPOLOGIE DES USAGES DE L'EAU BASEE SUR LA NATURE DE LA RESSOURCE**

L'examen des sources d'approvisionnement en eau permet de distinguer **deux zones principales** dans le sous-bassin étudié : les parties amont et aval du village d'Ocuila, qui correspondent également à des zones fortement différentes démographiquement.

A l'**aval**, deux sources permettent l'approvisionnement en eau potable du village d'Ocuila (318 habitants) et l'irrigation toute l'année de 13,5 hectares de culture.

En **amont** de ces sources, les ressources exploitées proviennent exclusivement de **prélèvements dans l'arroyo Cuencamé** (prises de dérivation pour l'alimentation de canaux et de presa, pompages dans l'arroyo avec ou sans aménagement de noria dans le lit). 27,5 hectares y sont irrigués toute l'année et 61 hectares y sont cultivés, seulement en saison des pluies (temporal).

Une estimation des débits prélevés sur le débit d'étiage du Cuencamé peut être faite sur la base des mesures de débit dans les canaux effectués en fin de saison sèche. Cependant, les données concernant le débit du Cuencamé à l'exutoire étudié ne sont pas encore disponibles.

## **II.D- MOYENS D'EXPLOITATION DES RESSOURCES EN EAU : LES AMENAGEMENTS HYDRAULIQUES**

L'irrigation et la complémentation reposent essentiellement sur l'**utilisation des ressources en eau superficielles**. Seuls les périmètres du village d'Ocuila utilisent deux sources. Mais le mode d'exploitation est le même dans les deux cas.

La longueur totale des **sept canaux principaux** de la zone amont est de **12 271 m**. Ils alimentent des **réservoirs en pierre et en terre** (presa ou estanque) aménagés le long du réseau. Ces réservoirs sont remplis par les agriculteurs à tour de rôle selon des règles précises quand ils sont nombreux, ou par simple consensus lorsque leur nombre réduit le permet. La capacité totale des dix réservoirs est de **4810 m<sup>3</sup>** pour les 27,54 ha irrigués et les 61 ha de temporal de la partie amont.

Les deux sources d'Ocuila alimentent au moyen d'un canal un réservoir en terre de **578 m<sup>3</sup>** qui régule la distribution de l'eau dans le réseau d'irrigation des **13,5 ha** d'Ocuila (luzerne, maïs, haricots, cultures maraîchères et fruitières ponctuelles).

Un grand réservoir de **20 000 m<sup>3</sup>**, très mal imperméabilisé, sert de point d'eau pour les bêtes. Il n'est en eau que trois mois par an. Un nouveau d'une capacité de **5000 m<sup>3</sup>** environ, a été aménagé cette année pendant la saison sèche 1994.

**La capacité totale de stockage de l'eau dans la zone étudiée est donc de 30 389 m<sup>3</sup>.**

*avant* : (rayon hydraulique moyen et pente moyenne des canaux seront évalués dans le rapport final). On peut cependant indiquer qu'il s'agit de canaux de taille modeste (surface mouillée de 0,15 m<sup>2</sup> en moyenne), creusés le long des courbes de niveau, au dessus du niveau de l'arroyo Cuencamé.

On relève également la présence de **six noria**. Il s'agit de surcreusements dans le lit de l'arroyo Cuencamé où l'agriculteur riverain **pompe** l'eau. Il l'achemine ensuite à sa parcelle par un réseau de tubes en métal. Cette technique est nécessaire lorsque la parcelle est surélevée par rapport au lit de l'arroyo et lorsque l'agriculteur ne bénéficie pas d'alimentation par les canaux. Les volumes d'eau prélevés par cette méthode seront les plus durs à estimer : on ne peut disposer que de l'information fournie par l'utilisateur

(fréquence de pompage, débit, durée d'utilisation). Dans ce cas, on utilisera conjointement les résultats des enquêtes et la méthode du bilan hydrique basée sur des données expérimentales (évoquée plus bas) pour chiffrer la consommation d'eau.

## II.E - MODE D'EXPLOITATION DES RESSOURCES EN EAU

Le cadre réglementaire de l'agriculture mexicaine est souvent jugé pesant par des auteurs économistes. On relève en effet l'existence de nombreux textes et de nombreuses structures administratives dont les rôles ne sont pas toujours clairement définis, quand ils ne viennent pas se recouvrir. La tendance est cependant au désengagement de l'état vis-à-vis de l'agriculture en général et de la gestion de la ressource en eau en particulier.

Les textes réglementaires de référence sont la **réforme agraire de 1992** et la **loi des eaux nationales de 1992**.

La réforme agraire permet maintenant à l'agriculteur travaillant dans un ejido (on l'appelle alors ejidatario) de vendre sa terre. Jusqu'alors, il n'était qu'usufruitier des terres que l'état lui avait octroyé, après le démantèlement des grandes propriétés après la révolution des années 1910. Ce statut de propriétaire a été depuis de nombreuses années réclamé par certains économistes mexicains qui considéraient son absence comme un des facteurs essentiels du retard de l'agriculture mexicaine. L'accès à la propriété est selon eux propice à encourager les initiatives constructives.

Certains craignent cependant une **déprise agricole** et une fuite accélérée des jeunes vers les centres urbains, compte tenu du niveau de vie très bas dans le milieu rural. Cependant, au Mexique, **la forte natalité** n'est pas affectée par la crise. Au contraire, le nombre élevé des membres d'une famille est considéré comme un atout pour drainer plus d'argent au foyer. Ce type de raisonnement laisse entrevoir la possibilité d'une stabilisation de la population rurale et non son déclin rapide par la fuite des jeunes vers la ville.

De plus, si des terres se libéraient, il est probable que d'autres ejidatarios dynamiques ou des propriétaires privés les prendraient en main. Dans les deux cas on se dirigerait vers un agrandissement de la superficie moyenne des exploitations.

Les structures administratives qui s'occupent de la gestion de l'eau sont par ordre de taille décroissante :

- la **Commission Nationale de l'Eau (CONAGUA)** qui gère la ressource aux niveaux national et fédéral, donne les lignes directrices et intervient dans les grands travaux d'aménagement (barrages)

- la **Commission Nationale des Zones Arides (CONAZA)** qui intervient dans la distribution d'eau aux foyers éloignés des points d'eau (service gratuit) et dans la réalisation de petits aménagements (presa)

- la **présidence municipale** qui gère l'exploitation de la ressource au niveau du municipio (équivalent de la mairie)

- le **commisariat ejidal** qui est le lien entre les agriculteurs et le gouvernement. Il s'agit d'un bureau de cinq personnes, tous ejidatarios, élus pour six ans, dont le commissaire, ingénieur agronome, assure la présidence.

- la **société d'usage de l'eau villageoise** regroupe tous les agriculteurs usagers de l'eau du village d'Ocuila (38 personnes). Un **régisseur** est élu tous les deux mois. Il est rééligible deux ans au maximum. Il est chargé de régler les conflits d'usage et d'organiser l'entretien des canaux du périmètre irrigué villageois par l'ensemble des usagers (une journée de travail, une fois par mois en moyenne).

L'utilisation de l'eau repose sur la notion de **tour d'eau**. Chaque usager qui possède un droit d'utilisation de l'eau des canaux ferme à tour de rôle le canal en aval de ses parcelles. Il dispose alors de l'eau pour irriguer et remplir son réservoir. Il peut ainsi réguler les apports d'eau à ses cultures.

La fréquence d'irrigation ou de complémentation des apports d'eau pluviale est donc étroitement liée au nombre d'usagers du même canal.

Au village d'Ocuila, 38 usagers dispose chacun d'une journée de droit d'eau pendant les six premiers jours de la semaine (de 6 heures du matin à 6 heures du lendemain matin). De plus, le dimanche, chacun des six usagers de la semaine dispose de deux heures de droit d'eau. Chaque usager dispose donc de 26 heures de droit d'eau par tour d'eau. L'usage de l'eau par l'ensemble de la communauté correspond donc à 988 heures. Or l'ensemble des tours d'eau disponibles par jour correspond en moyenne à  $(24h \cdot 6j + 12h) / 7 = 22$  heures. Chaque usager a donc l'eau à sa disposition environ tous les 45 jours (988j/22j). Dans ces conditions, on imagine facilement les tensions qui peuvent naître de la répartition des tours d'eau, particulièrement en saison sèche. Les droits d'eau s'échangent alors, ou se vendent en nature ou en espèces.

Dans la partie amont, la situation est relativement différente. Les canaux ne desservent en effet que de une à huit propriétés différentes. Un consensus peut alors être trouvé entre voisins. Dans le cas d'un canal utilisé conjointement par deux personnes seulement, le tour d'eau a une durée de huit jours.

Il est important de noter que des parcelles situées sur les rives des canaux n'ont pas nécessairement accès à l'usage de l'eau. Seules les enquêtes de terrain auprès des exploitants permettent de connaître le mode d'approvisionnement en eau de chaque propriété. Les droits d'eau peuvent s'acheter mais les propriétaires fixent un prix prohibitif et gardent jalousement leur ressource.

### **PARTIE III**

## **VERS L'ETUDE FONCTIONNELLE ET CRITIQUE DU SYSTEME**

### III - VERS L'ETUDE FONCTIONNELLE ET CRITIQUE DU SYSTEME

#### III.A - METHODES D'ESTIMATION DES CONSOMMATIONS D'EAU

Pour déterminer l'importance relative des variables et l'échelle d'étude de la région, il faut notamment, dès à présent, estimer les prélèvements d'eau en saison des pluies (Juillet à Septembre). On peut procéder de diverses manières. La connaissance des pratiques d'irrigation n'est pas facilement accessible par enquêtes car le niveau de technicité des agriculteurs n'est pas très élevé. Leurs pratiques ne reposent pas en effet sur un itinéraire technique bien formalisé et la conduite de l'irrigation n'est pas par exemple guidée par le suivi de l'état hydrique du sol par tensiomètres. *avec soin!*

La complémentarité de l'alimentation pluviale se fait toujours au jugé. Dans ces conditions, l'estimation de la lame d'eau appliquée par l'ensemble des agriculteurs sur l'ensemble de la zone ne peut être estimée que grossièrement par les enquêtes. Le résultat de cette estimation doit être confronté à celui issu d'un autre calcul : le bilan hydrique.

On se base alors sur les surfaces cultivées et sur les besoins en eau théoriques des cultures en place. On estime alors la quantité d'eau optimale qu'il convient d'apporter aux cultures et on en soustrait l'apport de la lame d'eau issue de la pluie. La valeur obtenue est alors une borne inférieure pour la valeur des volumes détournés du cycle naturel de l'eau pour les cultures. On peut corriger cette quantité en estimant les pertes d'eau dues à l'évaporation et à l'infiltration dans les canaux en terre (de l'ordre de 2% pour 100m).

Ce calcul passe par la connaissance de nombreuses données recueillies pendant le stage.

- superficies cultivées irriguées toute l'année, ou de temporel (cultivées seulement en saison des pluies (qui va de Juillet à Octobre), complémenté ou non. Trois sources sont à confronter :

- données de terrain
- données fournies par le commissariat ejidal et le bureau de la SARH de Cuencamé
- examen des photos aériennes de l'INEGI et étude planimétrique ou par pesée
- précipitations
  - données du poste de Cuencamé, distant de 1km à 10km des points les plus proches et les plus éloignés du site d'étude, respectivement
  - méthode des polygones de Thiessen utilisant les données de trois postes pluviométriques distants de 1 à 30 km du site d'étude
- valeurs d'évapotranspiration
  - source bibliographique : étude du canion Fernandez situé à 30 km au Nord du site d'étude.

Pour affiner le calcul, il convient de distinguer les types de culture en place. En effet, la luzerne a des besoins en eau estimés dans la région à 1500 mm par an, le maïs et les haricots ont eux besoin de 640 mm par an.

Les calculs d'estimation des consommations d'eau feront l'objet d'un paragraphe spécial dans le rapport final. On peut cependant indiquer ici quelques valeurs frappantes.

Pour la luzerne, le déficit d'approvisionnement en eau est de 1142,6 mm, si l'on considère que la luzerne occupe toute la partie irriguée amont de la zone étudiée (27,5 ha). La capacité de stockage de l'eau étant de 4810 m<sup>3</sup>, il faut remplir environ 65 fois les réservoirs pour pallier aux 314 215 m<sup>3</sup> du déficit. Si on se réfère aux débits d'étiage mesurés, il faut environ six jours pour remplir les réservoirs.

Il faut de plus tenir compte des pertes dans les canaux (hypothèse de 2 % de perte tous les 100 m dans des canaux en terre, donnée bibliographique) et des pertes par évaporation directe dans les réservoirs. En effet, l'évapotranspiration est la plus forte à la saison des pluies, période à laquelle on enregistre les températures les plus élevées. Les pertes peuvent s'élever jusqu'à 5cm en trois jours.

Pour le canal le plus long (3244 m), les pertes dans le canal font descendre le débit de 1,3 à 0,67 l/s. Pour simplifier, considérons donc que le temps de remplissage des réservoirs est le double de celui calculé précédemment, compte tenu des pertes par infiltration, soit 12 jours. Pendant ce délai, la perte par évaporation est donc d'environ  $4(0,05)4810\text{m}^2 = 962 \text{ m}^3$ , ce qui nécessite environ une journée et demie supplémentaire d'irrigation pour compenser cette perte. On aboutit donc à une durée nécessaire de remplissage des réservoirs de seulement 7,5 jours sur l'année pour assurer la complémentarité de l'alimentation pluviale de la luzerne. Il semble donc possible, en première approximation, de mieux exploiter les ressources en eau, voire davantage.

Il faudra également tenir compte, dans le bilan global du bassin, des rétentions d'eau dans les presa nombreuses (une cinquantaine) de la partie haute du bassin Atotonilco (dans la hacienda, ce travail correspond à une autre étude en cours). Beaucoup d'agriculteurs de l'ejido imputent en effet, à tort ou à raison (ce sera l'une des réponses apportées par le projet), la baisse de la disponibilité de l'eau dans la partie basse du bassin à l'implantation de nombreux points de pompage en amont (équipés d'éoliennes et de plus en plus motorisés). Ces pompes entrent dans le cadre d'une gestion de la pâture par la fixation de troupeaux réduits (5 à 10 têtes) autour des points d'eau clôturés ainsi constitués. Chaque bête dispose ainsi d'environ une dizaine d'hectares et des rotations des bêtes dans les différents parcs des 45 000 ha de la hacienda sont effectuées.

### III.B - SYNTHÈSE DES DONNÉES HYDROLOGIQUES

Dans un premier temps, on peut synthétiser l'information recueillie sur l'irrigation de la façon suivante, pour un usage pratique dans l'établissement du bilan. En moyenne, une lame d'eau de 20cm est appliquée tous les dix jours sur l'ensemble des surfaces mises en culture dans le bassin à la saison des pluies, d'Octobre à Mars, dans la mesure du possible.

En saison sèche, les apports sont plus réduits et les exploitants disent ne pas irriguer. Cependant l'irrigation est pratiquée et l'on peut extrapoler la fréquence décrite plus haut d'Avril à Juin (confirmé par certains exploitants).

Sur les 104 hectares mis en culture (chiffre de 1993, selon ejidal), cela correspondrait donc à un volume, pour 27 irrigations, de  $27 \times 0,2 \times 1\,040\,000 = 5\,616\,000 \text{ m}^3$ . Pendant la saison des pluies, on peut se baser sur la même information. Il faut alors comparer le volume nécessaire (7 592 000 m<sup>3</sup>) au volume apporté par la pluie (140 millions de m<sup>3</sup> sur tout le bassin). La connaissance de coefficients d'écoulements (faibles, de l'ordre de 4%) caractérisant un bassin voisin permettra une très grossière approximation des volumes susceptibles d'être détournés de l'arroyo (inférieurs à 5,6 millions de m<sup>3</sup>). Dans l'état actuel des données, on ne peut pousser plus loin l'estimation puisque les volumes stockés dans la hacienda ne sont pas connus. On note cependant qu'il y a bien déficit d'au moins 1,9 million de m<sup>3</sup>, sans même tenir compte des pertes (4,792 millions de m<sup>3</sup> de déficit).

#### Conclusion partielle

Des problèmes vont se poser pour établir le bilan hydrologique. Ils seront dus aux variabilités interannuelles et intra-annuelles de la mobilisation des ressources hydriques. La variabilité intraannuelle provient de l'ajustement de l'irrigation et de la complémentarité de l'agriculture pluviale aux conditions climatiques saisonnières. De même, les conditions climatiques conditionnent les surfaces mises en culture à la saison des pluies mais aussi la réussite des semis d'hiver et donc les superficies consommatrices d'eau en saison sèche. Dans ces conditions, l'application de la méthode du bilan hydrique appliquée à l'échelle du bassin, au travers des différentes unités d'usage de l'eau décrites plus haut, semble la plus appropriée pour cette étude.

### III.C - ETUDE DE CAS REPRESENTATIFS

Sur la base des dix enquêtes de terrain réalisées auprès d'agriculteurs différents du bassin étudié, on peut présenter un premier aperçu de la réalité économique des exploitations de l'ejido. On distingue trois types d'unités de production :

- Parcelles irriguées toute l'année (village d'Ocuila)
- Parcelles irriguées toute l'année dans la vallée du Cuencamé
- Parcelles de temporal (culture pluviale) complémentées, dans la vallée du Cuencamé

Au cours du prolongement du travail réalisé, les choix de production des différents exploitants pourront être critiqués. De même, d'éventuels nouveaux aménagements hydrauliques ou d'organisation économique à réaliser pour améliorer le revenu des agriculteurs pourront être proposés.

Cela sera fait sur la base des renseignements suivants déjà recueillis par enquêtes :

- coût des aménagements hydrauliques (maçonneries, pompes)
- coût des semences de maïs, haricots et luzerne
- densité de semis
- rendements moyens et exceptionnels des cultures
- taille des troupeaux, besoins alimentaires, fréquence de renouvellement
- coût des différents aliments
- contraintes sur la variété des produits : production laitière exploitée sous forme de fromages qui peuvent être conservés sans chaîne de froid (inexistante)
- prix de vente des productions animales et végétales
- influence de l'imposition sur le revenu (dispense d'impôts pour les ejidatarios)
- variabilité du revenu agricole intra-annuelle (maximum en saison des pluies : versements des aides, augmentation de la production laitière et minimum de revenu en fin de saison sèche)
- variabilité interannuelle (variabilité des rendements : tendance générale à la baisse depuis 10 ans car la ressource en eau s'amenuiserait)
- système de crédits peu accessible aux agriculteurs qui n'ont plus la confiance des banques depuis les échecs des projets gouvernementaux d'aide à l'agriculture.

On peut déjà indiquer que les agriculteurs choisissent de cultiver de la luzerne, malgré les fortes demandes en intrants financiers (semences 100 fois plus chères que celles de haricot et densité de semis 10 fois supérieure, soit un coût de production à l'hectare 1000 fois supérieur à celui du haricot), et en intrants physiques (consommation en eau double de celle du haricot). Cela s'explique notamment par le fait que la production fourragère est indissociable de l'élevage bovins laitiers pratiqué.

La pertinence d'une telle culture et son remplacement par une combinaison de fourrages devront être discutés.

Seront également développées :

- critique de l'efficience de l'irrigation : évaluer pertes dans les canaux en terre, le peu de technicité de l'irrigation (formation de croûtes, analyse et synthèse des résultats des analyses des 12 prélèvements d'eau d'irrigation).
- critique de l'amont de la production : peu d'exploitation du potentiel variétal végétal ou animal (le Mexique fut pourtant à la pointe de la première révolution verte grâce à la sélection d'espèces végétales améliorées).
- critique sur la gestion de l'eau par la gestion du troupeau : surnombre, surpâturage libre non surveillé localisé (la charge de bétail ne semble que très peu inférieure à celle de la hacienda : 0,12 bête/ha contre 0,10 bête/ha), dû sans doute au peu de mobilité des

troupeaux, toujours le long des mêmes axe de ressource en eau. Cela diminue, surtout en saison sèche, la biomasse végétale disponible en interdisant son renouvellement, limite la production laitière (pas de traite par certains agriculteurs, et production faible, entre 5 et 10 litres, en saison humide, par vache et par jour, pour des croisements Prim'holstein-Zebu). Le revenu s'en trouve évidemment fortement limité et présente une forte fluctuation annuelle.

### **III.D - LES FREINS AU DEVELOPPEMENT : HERITAGE SOCIO-CULTUREL ET CONTRAINTES NATURELLES**

Il est bien évident que dans une région où les conditions naturelles ne sont pas favorables à l'accumulation de surplus de production, **une culture (au sens de " tradition ") de production n'existe pas encore**, du moins telle qu'on la conçoit dans les pays industrialisés

Il ressort des enquêtes que beaucoup d'agriculteurs se plaignent des conditions de production mais qu'ils n'ont **pas de projet d'amélioration** de leur exploitation (dans 90% des cas).

**L'objectif premier est d'assurer une production vivrière** apte à nourrir la famille de l'exploitant. Les enquêtes ont révélé que 500 kg de haricots par an et 1 tonne de maïs par an étaient suffisants pour nourrir une famille de dix personnes (taille moyenne d'une famille de la région étudiée). Ces chiffres sont alors à rapprocher des rendements moyens obtenus dans le bassin : 3 T/ha pour les haricots et 2 T/ha pour le maïs.

**Une parcelle de 0,16 ha de haricots et une autre de 0,5 ha de maïs sont donc suffisantes pour assurer la survie d'une famille.** Le bénéfice tiré du surplus de production peut être affecté à l'achat d'aliments concentrés pour le bétail (1 peso/kg), une vache consommant 5 kg de luzerne et 4 kg d'aliments concentrés par jour .

### **III.E - ORGANISATION FONCIERE**

**Les parcelles irriguées sont de taille réduite** (0,5 ha à Ocuila, 1,7 ha an amont). Celles consacrées au temporal sont plus vastes (4,5 ha). Cela est notamment le fruit de deux facteurs : un **héritage historique et des contraintes naturelles**. Le facteur limitant étant l'eau, aucun exploitant ne peut consacrer de vastes surfaces à des cultures gourmandes en eau. La mécanisation est de ce fait rendue difficile : on ne compte qu'un tracteur pour la zone du bassin étudié (une douzaine pour tout l'ejido de 2500 ha de culture). En outre, les parcelles octroyées par l'état après la révolution de 1910 visaient justement à assurer l'autosuffisance alimentaire à chaque ejidatario. Ce discours ne doit cependant pas occulter le fait que **cette autosuffisance alimentaire est locale et n'est pas reflétée à l'échelle du pays qui importe massivement des denrées alimentaires**. En 1990, le déficit de la balance agricole du Mexique était encore de 2,5 milliards de dollars, les exportations agricoles ne concernant que le café; le coton et les crevettes.

### III.F - ORGANISATION ECONOMIQUE

Aucune coopérative n'est mise en place dans l'ejido étudié. Tous les exploitants écoulent directement leur production au village d'Ocuila ou à la ville de Cuencamé, auprès de particuliers ou auprès de magasins. Il existe des magasins d'état (tiendas rurales) ou des magasins privés qui offrent un prix supérieur de 10% environ et s'octroient une marge bénéficiaire plus large.

Le propriétaire de l'unique tracteur de la zone étudiée, loue ses services à un prix variable selon la saison et la demande. Les travaux de la terre sont sinon réalisés avec des chevaux qui peuvent également être loués. Le coût est 10 fois inférieur mais le temps de travail avec la charrue attelée est multiplié par dix.

On ne relève pas de groupements d'agriculteurs pour l'achat de semences, d'animaux, de fertilisant ou de produits phytosanitaires. Aucun de ces produits n'est d'ailleurs utilisé ni distribué dans l'environnement immédiat du bassin.

De la luzerne est achetée à des exploitants de la région de la Laguna, à 100 km au Nord, où ils la produisent en masse, dans de vastes terres irriguées par des canaux et grâce à deux barrages très importants datant des années 1960.

Il s'agit donc d'une structure de production très repliée sur elle-même, entretenant peu de rapports économiques avec le reste de la région.

Il est important de souligner enfin que malgré la prédominance de l'agriculture dans le bassin étudié, en termes de superficie, 80% du revenu de l'ejido Severino Ceniceros est assuré par l'usine de bentonite qui n'emploie que 50 personnes. La zone étudiée compte environ 92 exploitants différents, plus leur famille.

### III.G - LE ROLE AMBIVALENT DE L'ETAT

L'état affiche une politique de soutien aux agriculteurs depuis de nombreuses années. Des projets d'aide ont été mis en place régulièrement (prêts remboursables pour l'achat des semences), mais tous ont connu un échec cuisant. Pourquoi ?

Selon des agriculteurs enquêtés, la corruption de certains fonctionnaires chargés de distribuer l'argent, aurait une part dans le dysfonctionnement de la politique gouvernementale. Certaines banques se trouveraient parfois mêlées à des transferts d'argent frauduleux : les semences achetées à prix bas, seraient revendues à un prix majoré aux bénéficiaires de l'aide.

L'auteur économiste Pazos estime qu'ainsi seulement 25% de l'aide parviennent à destination.

Les agriculteurs eux-mêmes évoquent ensuite leur propension à dépenser l'argent à d'autres fins que l'amélioration de leurs cultures (achats de biens de consommation ménagers...).

Enfin, on peut souligner le très faible encadrement technique et scientifique des agriculteurs. Même si les écoles gratuites pour adultes se développent dans les villages, le taux d'analphabétisation reste élevé (supérieur à 30%). Il s'agit là d'une des freins essentiels au développement. Les aides financières sont souvent injectées dans le système productif sans aucun effort parallèle d'organisation économique ou même technique.

Des agriculteurs habitués à une monoculture vivrière ou de rente se voient ainsi octroyer une aide qu'ils consacrent à l'intensification de la même monoculture. Quand de tels projets sont menés à l'échelle de bassins de production, on aboutit à un effondrement des prix par surabondance de l'offre (exemple du melon à 100 km de la zone étudiée, en 1992). De fait, les prêts remboursables se changent alors en aides directes non remboursables.

Le dernier programme d'aide aux agriculteurs se dénomme Procampo et consiste en un versement de 250 pesos par hectare de culture, pendant quinze ans, sans remboursement.

En outre, on peut souligner le désengagement progressif de l'état, particulièrement marqué dans la zone étudiée. En quatre ans, les effectifs du bureau de la SARH de Cuencamé ont été réduits au dixième (trois personnes aujourd'hui, pour 2500 ha de culture

et 626 exploitants). La CONAGUA se désengage de ses responsabilités dans la gestion de l'eau et transmet le flambeau aux structures locales.

**Les investissements fuient la région**, suite aux problèmes de fraudes financières : les magasins d'état où les exploitants pouvaient bénéficier de semences à prix réduit (-10% par rapport aux magasins privés) ont quitté la ville de Cuencamé et les banques semblent n'octroyer des prêts aux agriculteurs qu'au prix de **taux d'intérêts prohibitifs (30%)**, tandis que d'autres ejidatarios non agriculteurs pourraient bénéficier de prêts à intérêts largement inférieurs (4%). **Ce manque de confiance flagrant dans l'agriculture** contribue largement à entretenir son retard et à la marginaliser petit à petit. Lorsqu'on sait qu'elle constitue le ciment du monde rural, on ne peut que s'inquiéter d'une telle évolution. La question est de savoir si la vague de dérégulation entreprise par le gouvernement par le jeu des privatisations, mais toujours ponctuée d'aides à vocation souvent propagandiste, renversera cette situation.

## CONCLUSION

## CONCLUSION

L'étude réalisée pendant le stage a permis de **connaître précisément le bassin** qui vient d'être instrumenté en vue de l'établissement de son bilan hydrologique. Les renseignements physiques, hydrologiques et socio-économiques recueillis et issus de sources différentes doivent encore être confrontés les uns aux autres pour définir leur fiabilité.

De plus, les **aspects critiques du fonctionnement hydrologique et économique du bassin** seront développés dans le rapport final, accompagnés de cartes et de graphiques. Ils seront également replacés dans leur contexte général, grâce à une bibliographie portant sur les statistiques du dernier recensement mexicain (INEGI, 1990).

Ce travail permet cependant déjà de dégager les grandes lignes de la structure du bassin : **la disponibilité de l'eau est un des facteurs limitants essentiels de la production**. Cette contrainte majeure imprime à la région une **tradition socio-culturelle de production vivrière basée sur l'élevage bovin lait extensif, sur les cultures pluviales de fourrage qui y sont liées et sur les cultures de consommation courante (maïs et haricots)**.

Les **aménagements hydrauliques** sont modestes mais permettent de réguler suffisamment la production pour assurer la survie des exploitants et de leurs familles.

Le **système étudié est relativement fermé** sur lui-même économiquement. Les **grandes tendances à la privatisation** de divers domaines où l'état s'impliquait davantage dans le passé (semences, aménagements) pourrait à terme provoquer la mise en déséquilibre de telles zones. Elles sont caractérisées par la **faiblesse des facteurs et des structures de production** et par une **commercialisation locale peu rayonnante**. Un des dangers est alors l'augmentation des prix de certains intrants (fourrages, aliments concentrés) à laquelle certains agriculteurs ne pourraient répondre que par une baisse de production n'assurant même plus l'autosuffisance locale actuelle.

L'**aménagement hydraulique de la zone étudiée, accompagné de mesures économiques et sociales de long terme** (formation, vulgarisation agricole, crédits facilités) pourrait favoriser son développement, en levant le point de blocage principal du développement dans le bassin : **la disponibilité de la ressource en eau**.

## **PROGRAMME DE TRAVAIL**

## PROGRAMA DE TRABAJO

PROGRAMA DE TRABAJO - JEAN-PHILIPPE CHAUVIN  
(Mayo, Junio 1994)

<b>TIPOLOGIA DE LOS SYSTEMAS DE DERIVACION DEL AGUA PARA LA AGRICULTURA EN UN EJIDO DE LA CUENCA DEL RIO NAZAS (NORTE MEXICO)</b>
---

### A - PROGRAMA DE TRABAJO

El trabajo que hay que hacer es una caracterización de los sistemas de derivación de agua en una parte del ejido Severino Ceniceros situado en la parte arriba de la cuenca Cuencamé, afluenté del Rio Nazas, a 120 km en Sur-Suroeste de la ciudad Gómez Palacio (Durango, México). El estudio entra en el marco del proyecto CENID-RASPA, ORSTOM intitulado *Manejo y uso del agua en las cuencas hidrográficas del norte de México*.

La superficie del terreno que hay que estudiar es cerca de 40 km<sup>2</sup>. Representa 1/10 de la cuenca experimental CENID-ORSTOM de Atotonilco que cubre una parte arriba de la cuenca del arroyo Cuencamé.

Este trabajo tiene dos finalidades :

- especificar el balance hidrológico de la cuenca Cuencamé
- especificar la eficiencia (relación de los resultados en la producción agrícola y de los medios empleados) de las sistemas de derivación. Para ello es menester responder a tres preguntas :

#### 1 - ¿ De donde viene el agua ?

- inventario de las fuentes, localización en cartes escala 1/25 000
- caracterización (matriz geologica, caudal inicial)
- estimación de la parte relativa de estas fuentes en los volumenes de agua empleados para complementar la agricultura pluvial (temporal)
- muestreos de agua para analisis cualitativo.

#### 2 - ¿ Como el agua esta encauzando a las parcelas ?

- inventario de las tomas del agua a lo largo de los cursos del agua, de los tanques, de los equipos de bombeo
- inventario de los canales (medidas y localización en cartes escala 1/25 000)
- realización de planos y de mapas de situación de las redes de canales
- medidas de caudal
- estimación de las pérdidas de agua por infiltración desde los puntos de abastecimiento.

#### 3 - ¿ Cuales son los resultados de la producción agrícola gracias a las pequeñas obras hidraulicas ?

Gracias a investigaciones en comidades de campesinos del ejido Severino Ceniceros y gracias al estudio de las estadísticas de la SARH, sea posible determinar :

- la evolución de la disponibilidad de los recursos de agua a lo largo del año (repercusiones de las pequeñas obras hidraulicas)

- el funcionamiento de la red de complementación de los cultivos de temporal, según los cultivos y en años secos
- el trabajo de conservación de los canales (¿ quien y cuanto tiempo por año ?)
- los cultivos empleados, los rendimientos logrados y la repercusión de las pequeñas obras hidráulicas sobre la producción
- la renta agrícola resultado de las actividades relacionadas con la utilización de las pequeñas obras hidráulicas y su parte relativa en la renta de los campesinos del ejido.

Al final de este trabajo, debería ser posible determinar :

- si la gestión del agua puede mejorarse en algunos sitios (reducción de las pérdidas por infiltración en los canales, aprovechamiento de tomas nuevas),
- si la producción anual puede ser mejorada en tal caso
- si actualmente sería posible reorientar las producciones o bien si es necesario para esto incrementar el número de los aprovechamientos hidráulicos.

## **B - ESTIMACION DE LA DURACION DEL TRABAJO**

- 10 días completos en terreno por la fase 1 y 2
- 10 días completos en terreno por la fase 3
- 1 semana por la síntesis y las referencias
- 1 semana de trabajo de ayuda de Luc, Juan, Laurent
- 1 semana de intervalo (imprevistos).

## **C - PERSPECTIVAS OPCIONALES**

Cuando la tipología esté realizada (en 3 semanas aproximadamente), podría ser interesante volver al terreno a puntos representativos para seguir el funcionamiento de los sistemas de gestión del agua en tiempo, hasta el final del mes Junio, en caso de escurrimientos. A falta de escurrimientos, es posible hacer un seguimiento de la disponibilidad del agua al final de la estación seca y medir varios caudales de estiaje en los canales provisionados por las fuentes.

## PROGRAMME DE TRAVAIL

PROGRAMME DE TRAVAIL - STAGIAIRE JEAN-PHILIPPE CHAUVIN  
(Mai, Juin 1994)

<b>TYPOLOGIE DES SYSTEMES DE DERIVATION D'EAU POUR L'AGRICULTURE DANS UN EJIDO DU BASSIN DU NAZAS (NORD MEXIQUE)</b>
--

### A - PROGRAMME DE TRAVAIL

Le travail à réaliser est une caractérisation des systèmes de dérivation des eaux dans une partie de l'éjido " Severino Ceniceros " situé dans la partie amont du bassin du Cuencamé, affluent du Rio Nazas, à 120 km au Sud-Sud-Ouest de la ville de Gomez Palacio (Durango, Mexique). L'étude s'inscrit dans le cadre du projet CENID-RASPA, ORSTOM intitulé *Manejo y uso del agua en las cuencas hidrograficas del norte de Mexico*.

La superficie du terrain à étudier est d'environ 40 km<sup>2</sup>. Elle représente 1/10 du bassin versant expérimental CENID-ORSTOM de Atotonilco qui couvre une partie du bassin amont de l'arroyo Cuencamé.

Ce travail a deux finalités :

- préciser le bilan hydrologique du bassin du Cuencamé
- préciser l'efficacité (rapport des résultats de production agricole sur les moyens employés) des systèmes de dérivation Pour cela, il s'agit de répondre à trois questions :

#### 1 - D'où vient l'eau ?

- inventaire des sources, localisation au 1/25 000
- caractérisation (matrice géologique, débit initial)
- estimation de la part relative de ces sources dans les volumes d'eau utilisés pour compléter l'agriculture pluviale (temporal)
- prélèvements pour analyse qualitative.

#### 2 - Comment l'eau est-elle acheminée aux parcelles ?

- inventaire des prises d'eau sur les cours d'eau naturels, des réservoirs, des appareillages de pompage dans les nappes
- inventaire des canaux (dimensions, localisation au 1/25 000)
- réalisation de schémas et de cartes de situation des réseaux
- mesures de débit
- évaluation des pertes d'eau par infiltration depuis les points d'approvisionnement en eau.

#### 3 - Pour quels résultats de production agricole l'eau est-elle dérivée ?

Grâce à des enquêtes auprès des paysans de l'éjido et à l'étude des statistiques de la SARH, il s'agit de déterminer :

- l'évolution de la disponibilité de la ressource en eau au cours de l'année (impact des aménagements hydrauliques)
- le fonctionnement du réseau de complémentarité des cultures pluviales, selon les cultures et en année sèche

- le travail d'entretien des canaux (qui et combien de temps par an ?)
- les cultures en place et l'impact des aménagements hydrauliques sur la production
- les rendements de production obtenus et leur évolution
- le revenu agricole dégagé des activités liées à l'utilisation des aménagements hydrauliques et sa part relative dans le revenu des paysans de l'ejido.

A l'issue de ce travail, il devrait être possible de déterminer :

- si la gestion de l'eau peut être améliorée localement (réduction des pertes par infiltration dans les canaux, aménagement de nouvelles prises),
- si la production actuelle pourrait s'en trouver améliorée,
- si de nouvelles productions sont envisageables actuellement ou si nouveaux aménagements hydrauliques seraient nécessaires pour cela.

#### **B - DUREE ENVISAGEE POUR LE TRAVAIL**

- 10 jours pleins de terrain pour les phases 1 et 2,
- 10 jours pleins de terrain pour la phase 3,
- 1 semaine de bureau (synthèse et bibliographie),
- 1 semaine d'aide aux travaux de Luc, Juan, Laurent,
- 1 semaine de battement (imprévu).

#### **C - PROLONGEMENTS DU TRAVAIL**

Une fois la typologie réalisée (en trois semaines environ), il pourrait être intéressant de revenir régulièrement sur le terrain, en quelques points représentatifs, pour suivre le fonctionnement du système de gestion de l'eau, en cas d'écoulements, jusqu'à la fin du mois de Juin. A défaut d'écoulements, il serait possible de suivre l'évolution de la disponibilité de l'eau en fin de saison sèche et de mesurer plusieurs débits d'étiage dans les canaux alimentés par les sources.

## BIBLIOGRAPHIE

## BIBLIOGRAPHIE

### REFERENCES HYDROLOGIQUES

CARLIER J. (1980). Hydraulique générale. Eyrolles. Paris.

CENAMAR (1981). Memorias del III curso sobre metodos de riego. Tomo III.

FRECAUT R., PAGNEY P. (1983). Dynamique des climats et de l'écoulement fluvial. Masson. Paris.

GUILCHER A. (1979), Précis d'hydrologie marine et continentale. Masson. Paris. 352 p.

LOUP J. (1974). Les eaux terrestres, hydrologie continentale. Masson. Paris. 176 p.

MANUELA BOLIVAR DUARTE, JUAN ESTRADA AVALOS. Practicas de salinidad de suelos y aguas. Universidad Autonoma Agraria Antonio Narro. Division de ingenieria. Departamento de riego y drenaje. 60 p.

REMEÑIERAS G. (1986). L'hydrologie de l'ingénieur. Eyrolles. Paris.

RIGAL G. (1988). Etude du problème de l'irrigation dans une région agricole du Centre Nord Mexique. Mémoire de DAA INA PG, ORSTOMn, Instituto de Ecologia de Mexico. 100 p.

RIOU G. (1990). L'eau et les sols dans les géosystèmes tropicaux. masson. Paris.

SARH, INIFAP, CENID-RASPA, ORSTOM, Département des eaux continentales (1993). Estudio de los factores que influncan los escurrimientos y el uso del agua en la region hidrologica 36. Gomez Palacio, Dgo. Mexico. 367 p.

## REFERENCES SOCIO-ECONOMIQUES

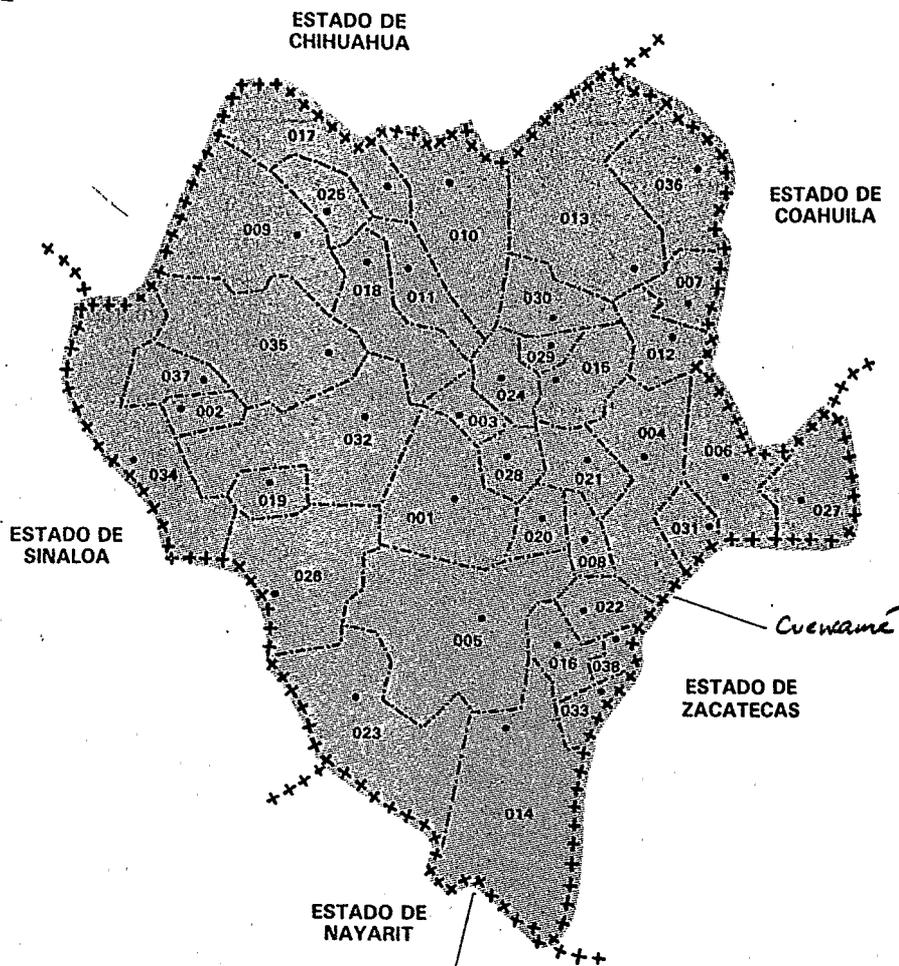
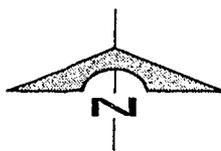
- ATALASECO 1994. Editions du S erail. Paris. 185-187 pp.
- CAMBREZY L. (1990). Mobilité rurale et colonisation agricole dans le centre du Veracruz (Mexique), de la conquête à l'errance. Cahier des Sciences Humaines 26 (4) : 679-703 pp.
- CRISTOFINI B. ( 1985). La petite région vue à travers le tissu de ses exploitations : un outil pour l'aménagement et le développement rural. INRA-SAD. Dijon. 43 p.
- DEFFONTAINES J.P., PETIT M. (1985). Comment étudier les exploitations agricoles d'une région ? Présentation d'un ensemble méthodologique. 47 p.
- DUFUMIER M. (1986). Les politiques agraires. QSJ n 1472. PUF. Paris. 126 p.
- GALLARD D. (1993). L'exemple du périmètre de Jimulco dans le bassin endoréique de l'Aguanaval, Nord du Mexique. Mémoire de Mastère ORSTOM, ENGREF. 72 p.
- Humbert M. ( 1994). Le Mexique. QSJ n  1666. PUF. Paris. 127 p.
- INEGI (1994). Resultados definitivos VII censo ejidal. Aguascalientes. Mexico. 61 p.
- INEGI (1988). Atlas ejidal del estado de Durango. 48 p.
- ITAM (1993). Lo negociado del TLC. Mac Gaw Hilll. Mexico. 334 p.
- ORSTOM actualit s n 37 (1992). Développement rural, problèmes fonciers : l'itinéraire mexicain. 3 p.
- ORSTOM actualit s n 41 (1993). Les rancheros du Mexique. 5 p.
- PAZOS L. (1991). La disputa por el ejido. DIANA. Mexico. 148 p.
- SARH, CONAGUA (1992). Ley de aguas nacionales. 77 p.
- SECRETARIA DE LA REFORMA AGRARIA (1992). Ley agraria. 30 p.
- SECRETARIA DE LA REFORMA AGRARIA (1992). Nueva ley agraria. 101 p.

## TABLE DES MATIERES

## TABLE DES MATIERES

<b>INTRODUCTION</b>	<b>1</b>
<b>I - CADRE DE L'ETUDE</b>	<b>2</b>
I.A - PRESENTATION GENERALE	2
I.A.1 - LA RH 36	2
I.A.2 - L'ETAT DE DURANGO	2
I.A.3 - LA REGION ET LE MUNICIPIO DE CUENCAME, L'EJIDO SEVERINO CENICEROS	2
I.A - LA ZONE ETUDIEE PENDANT LE STAGE	3
I.B - LE BUT DU STAGE	3
I.C - PROBLEMES METHODOLOGIQUES	4
<b>II - RESULTATS DE L'ETUDE : TYPOLOGIE DES USAGES DE L'EAU DANS LE BASSINS</b>	
II.A - ORIGINE DES RESSOURCES EN EAU	5
II.B - DESTINATION DES RESSOURCES EN EAU	5
II.C - PREMIERE TYPOLOGIE DES USAGES DE L'EAU BASEE SUR LA NATURE DE LA RESSOURCE	6
II.D - MOYENS D'EXPLOITATION DES RESSOURCES EN EAU : LES AMENAGEMENTS HYDRAULIQUES	6
II.E - MODE D'EXPLOITATION DES RESSOURCES EN EAU	7
<b>III - VERS L'ETUDE FONCTIONNELLE ET CRITIQUE DU SYSTEME</b>	<b>9</b>
III.A - METHODES D'ESTIMATION DES CONSOMMATIONS D'EAU	9
III.B - SYNTHESE DES DONNEES HYDROLOGIQUES	10
III.C - ETUDE DE CAS REPRESENTATIFS	11
III.D - LES FREINS AU DEVELOPPEMENT : HERITAGE SOCIO-CULTUREL ET CONTRAINTES NATURELLES	12
III.E - ORGANISATION FONCIERE	12
III.F - ORGANISATION ECONOMIQUE	13
III.G - LE ROLE AMBIVALENT DE L'ETAT	13
<b>CONCLUSION</b>	<b>15</b>
<b>PROGRAMA DE TRABAJO</b>	<b>16</b>
<b>PROGRAMME DE TRAVAIL</b>	<b>18</b>
<b>REFERENCES HYDROLOGIQUES</b>	<b>20</b>

**ANNEXES**

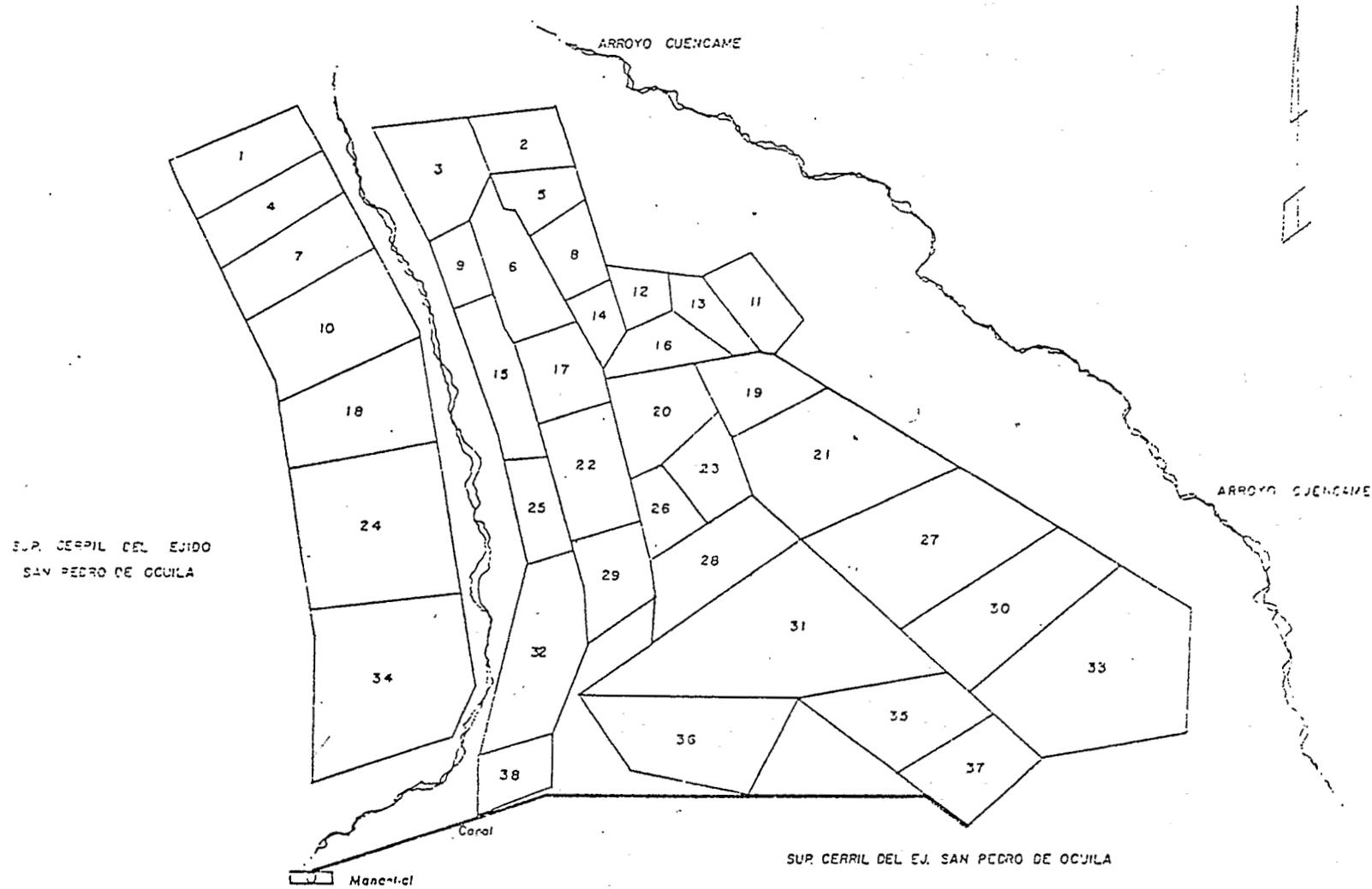


SIMBOLOGIA

- ++++ Límite Estatal
- - - - Límite Municipal
- 000 Clave Municipal
- Cabecera Municipal



CROQUIS PARCELARIO DE LA UNIDAD DE RIEGO POR GRAVEDAD "SAN PEDRO DE OCUILA"



D A T O S D E L A U N I D A D

REGION \_\_\_\_\_ 4 GUADALUPE VICTORIA  
 ZONA DE SUP \_\_\_\_\_ 4. 1. 30  
 UNIDAD \_\_\_\_\_ SAN PEDRO DE OCUILA  
 COMUNIDAD \_\_\_\_\_ EJ. SAN PEDRO DE OCUILA  
 MUNICIPIO \_\_\_\_\_ CUENCAME  
 ESTADO \_\_\_\_\_ DURANGO

POR LA ASOCIACION DE USUARIOS

PRESIDENTE \_\_\_\_\_

SECRETARIO \_\_\_\_\_

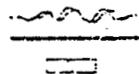
TESORERO \_\_\_\_\_

ELABORO T. J. LORENZO GARCIA MONREAL. REVISO. MS. TOMAS RODRIGUEZ BUCADIA.

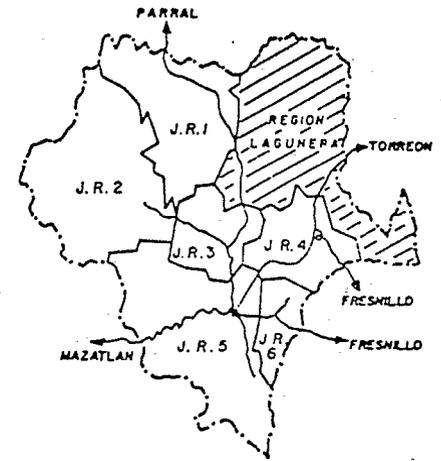
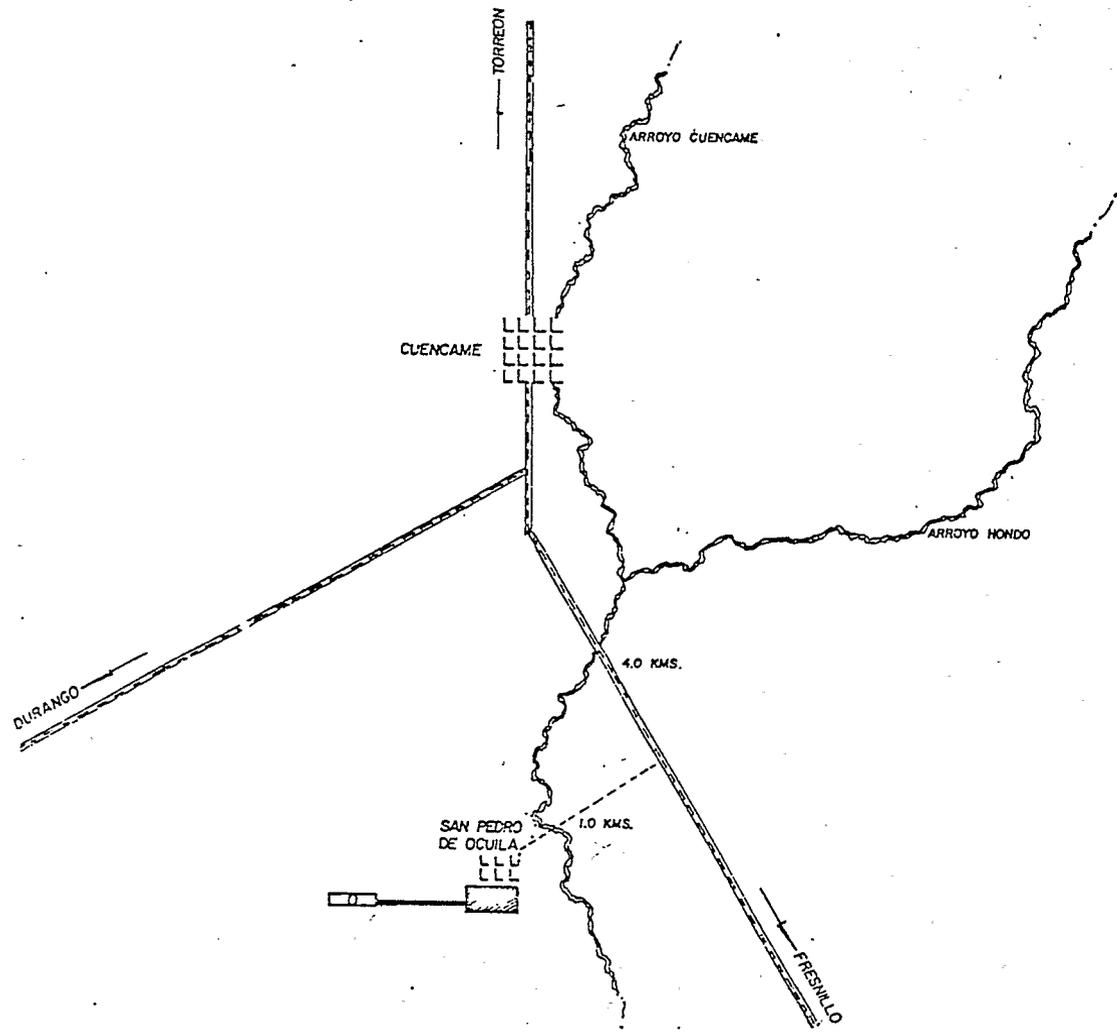
Vo. 20.

S I M B O L O G I A

ARROYO \_\_\_\_\_  
 CANAL \_\_\_\_\_  
 MANENTIAL \_\_\_\_\_



CROQUIS DE LOCALIZACION DE LA UNIDAD DE RIEGO POR GRAVEDAD "SAN PEDRO DE OCUILA"

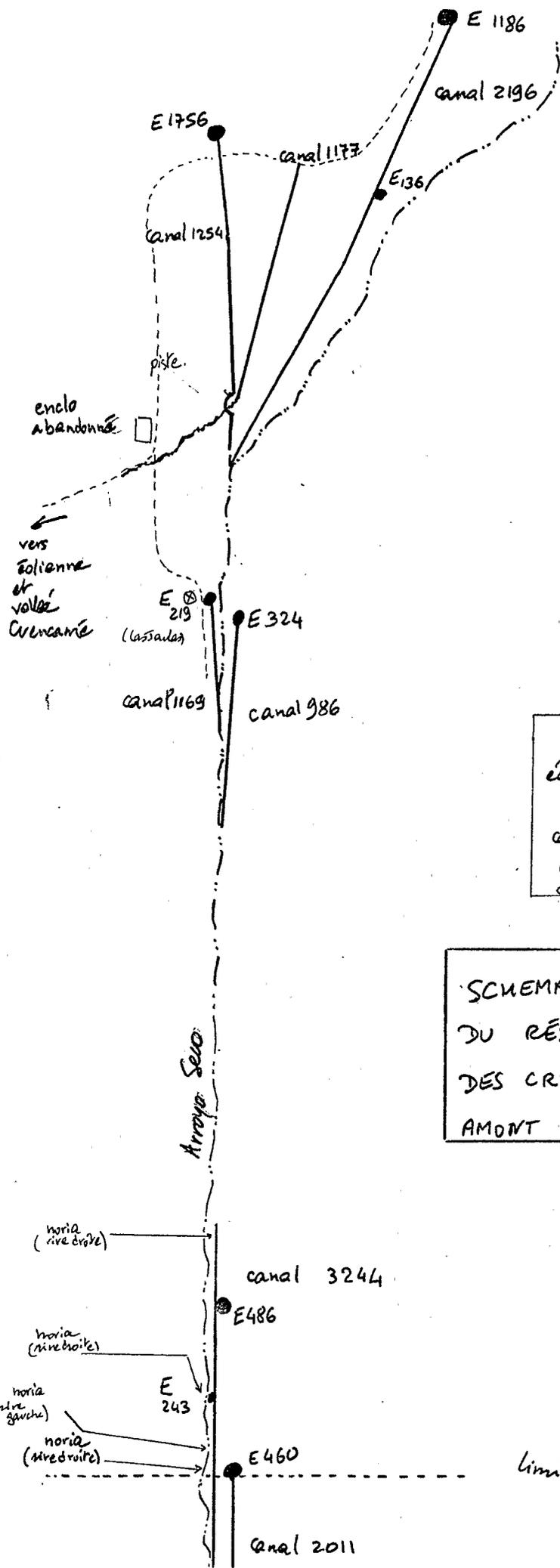


LOCALIZACION ESTATAL



DATOS DE LA UNIDAD		K I L O M E T R A J E		S I M B O L O G I A	
REGION. _____	4 GUADALUPE VICTORIA	DE _____ A _____	76.0 KMS.	CÁRRETERA	
ZONA DE SUP. _____	4. 3. 1	DE _____ A LA UNIDAD	72.0 KMS.	BRECHA	
UNIDAD _____	SAN PEDRO DE OCUILA	TOTAL		ARROYO	
COMUNIDAD. _____	SAN PEDRO DE OCUILA			CANAL	
MUNICIPIO. _____	CUENCAME	ELABORO T.I. LORENZO GARCIA MONREAL REVISO ING. FERNANDO ACOSTA F.		MANANTIAL	
ESTADO. _____	DURANGO	SUP. DE ZONA T.A. EUSEBIO CONTRERAS JACQUEZ		POBLADO	
				ZONA DE RIEGO	

Vo. Bo. \_\_\_\_\_



↑ Nord

(↑ écoulement général)

Legende

échelle approximative :  $\frac{1}{40\,000}$

canal: canal de longueur "i" mètres

Ej: estanque de volume "j" m<sup>3</sup>

⊙ : pluviométrie Las Saulas

SCHEMA DE SITUATION  
DU RESEAU DE DETOURNEMENT  
DES CRUES DANS LA PARTIE  
AMONT DE L' EJIDO CENICEROS

limite Hacienda

Nord

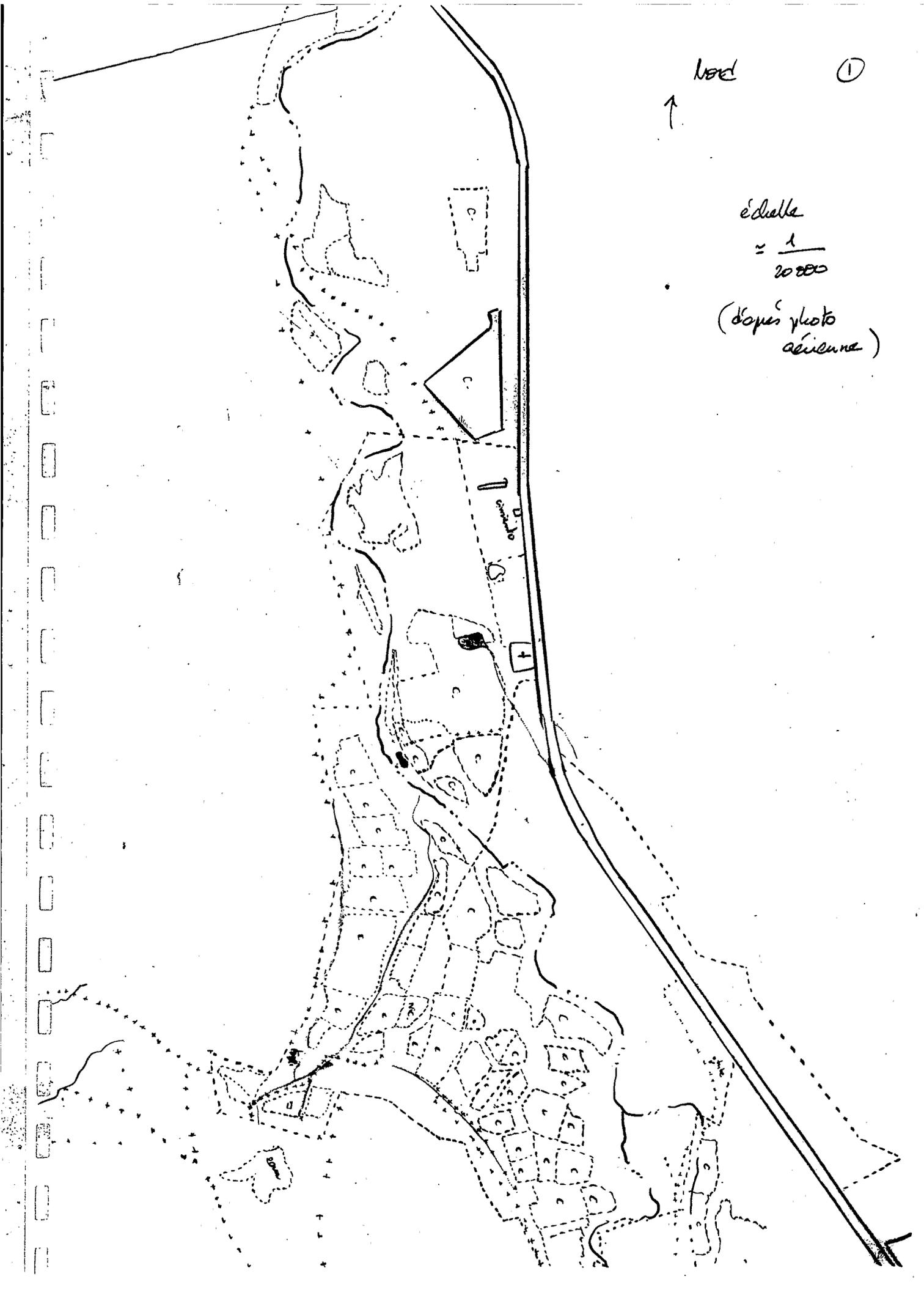
①



échelle

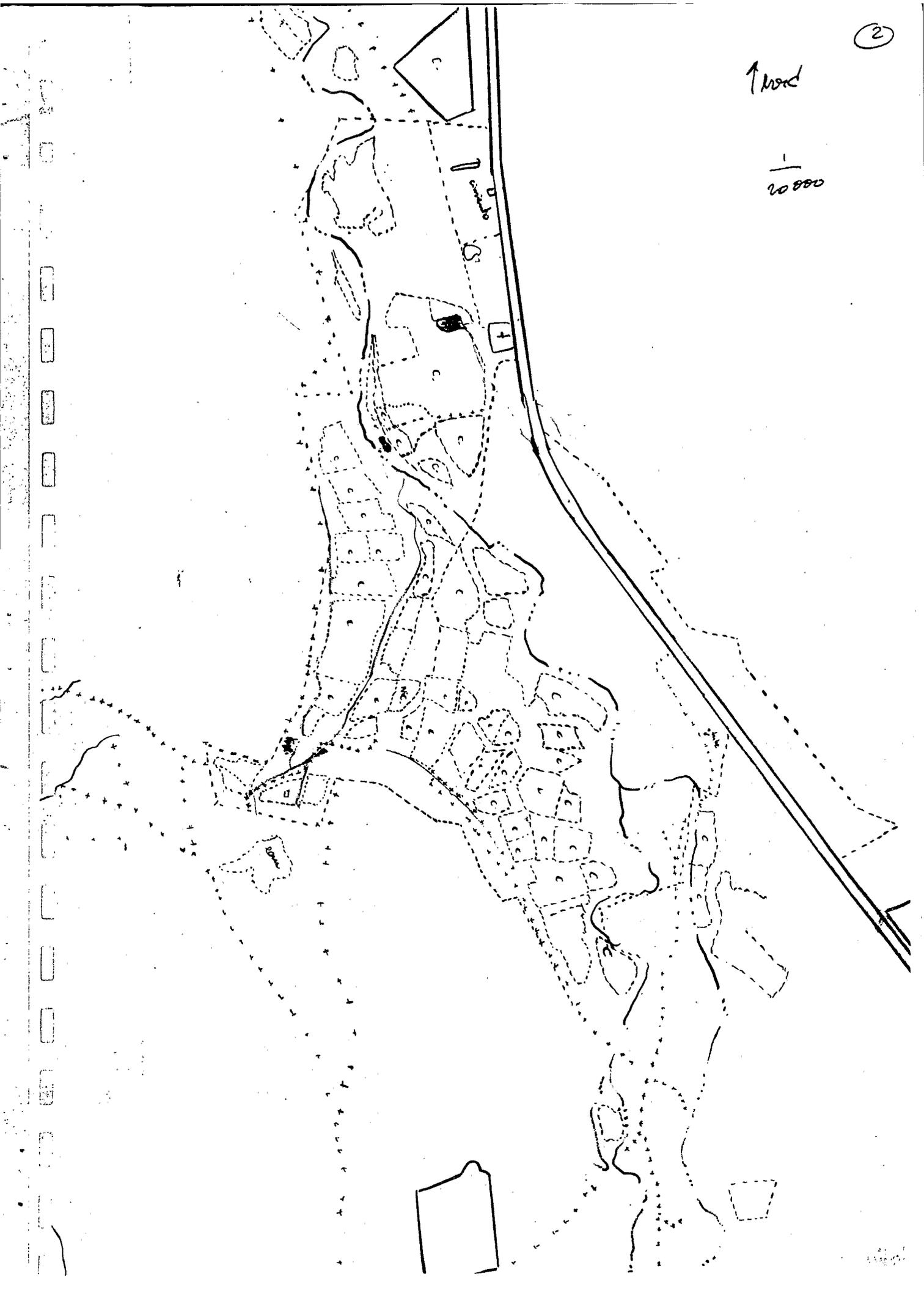
$$= \frac{1}{20000}$$

(d'après photo aérienne)



↑ road

$\frac{1}{20000}$



3

↑ N

$\frac{1}{20000}$



(4)

↑N

$\frac{1}{20000}$

Estanque

1256  
Canal

Canal  
1177

2196  
Canal

sendita

nas Prietas

enas Prietas Estanque

un lapso

176 prietas

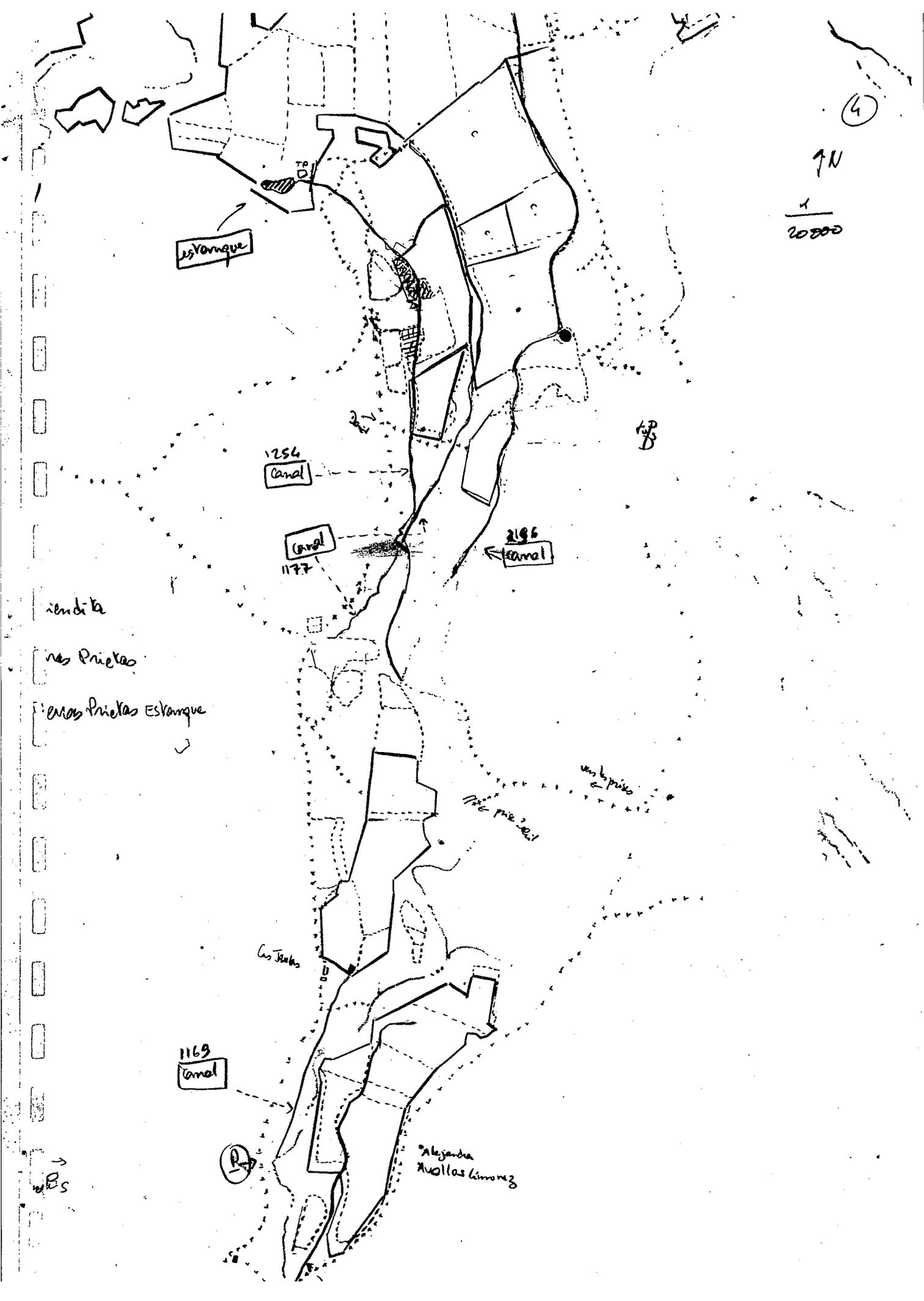
Los Jalks

1169  
Canal

Alejandra  
Avallas Limones

(P)

→  
BS



Echelle 1/25 000

Partie Haut

