

Record Number: 560
Author, Monographic: Bobée, B./Rousseau, L./Villeneuve, J. P.
Author Role:
Title, Monographic: Gestion des bassins dans la région de la Sierra du Pérou
Translated Title:
Reprint Status:
Edition:
Author, Subsidiary:
Author Role:
Place of Publication: Québec
Publisher Name: INRS-Eau
Date of Publication: 1976
Original Publication Date:
Volume Identification:
Extent of Work: 114
Packaging Method: pages et 2 annexes
Series Editor:
Series Editor Role:
Series Title: INRS-Eau, Rapport de recherche
Series Volume ID: 56
Location/URL:
ISBN: 2-89146-052-9
Notes: Rapport annuel 1976-1977
Abstract: Rapport rédigé pour l'Agence Canadienne de Développement International (ACDI)
25.00\$
Call Number: R000056
Keywords: rapport/ ok/ dl

Gestion des bassins dans la région de la
Sierra du Pérou

INRS-Eau
Université du Québec
C.P. 7500, Sainte-Foy
Québec G1V 4C7

RAPPORT SCIENTIFIQUE No 56
1976

Rapport rédigé pour
l'Agence canadienne de développement international

par

B. Bobée, L. Rousseau, J.P. Villeneuve

Gestion des bassins dans la région de la
Sierra du Pérou

INRS-Eau
Université du Québec
C.P. 7500, Sainte-Foy
Québec G1V 4C7

RAPPORT SCIENTIFIQUE No 56
1976

Rapport rédigé pour
l'Agence canadienne de développement international

par

B. Bobée, L. Rousseau, J.P. Villeneuve

TABLE DES MATIERES

Remerciements	7
<u>Chapitre I</u>	8
1.1 Historique du projet	9
1.2 Objectifs de la mission	10
1.3 Déroulement de la mission	11
<u>Chapitre 2</u>	13
<u>Cadre général</u>	
2.1 Aspects du Pérou	14
2.1.1 Géographie	16
2.1.2 Démographie	22
2.1.3 Economique	22
2.2 Plan national de développement	23
2.3 Stratégie de l'ACDI	25
2.4 Conclusion	26
<u>Chapitre 3</u>	27
<u>Problèmes et utilisations du sol et de l'eau dans la Sierra</u>	
3.1 Le milieu et son organisation	28
3.2 Utilisation du sol et du sous-sol	29
3.2.1 Agriculture	29
3.2.2 Production industrielle	38
3.3 Problèmes liés à l'eau et au sol dans la Sierra	40
3.3.1 Phénomènes naturels	40
3.3.2 Problèmes liés à l'action de l'homme	46
3.4 Nécessité de formation	56
<u>Chapitre 4</u>	59
<u>Développement rationnel de la ressource eau</u>	
4.1 Aménagement intégré	60
4.2 Critères de choix d'un bassin pilote	64
4.3 Priorités péruviennes	69
4.4 Volonté de développer la Sierra	73
4.5 Choix des bassins pilotes	76

4.5.1	Bassin de Cajamarca	76
4.5.2	Bassin du Mantaro	78
4.5.3	Remarques sur le choix des bassins pilotes..	81
4.6	Conclusions.....	83
<u>Chapitre 5</u>		86
Projet " <u>Aménagement intégré de la Sierra</u> ".....		87
5.1	Introduction	87
5.2	Caractéristiques de la méthodologie d'aménagement intégré d'un bassin	90
5.3	Structure générale du projet.....	93
5.3.1	Etablissement des sous-projets	93
5.3.2	Enseignement et perfectionnement.....	95
5.3.3	Matériel	98
5.4	Estimation des coûts du projet	99
5.5	Chronogrammes	102
5.5.1	Projet	102
5.5.2	Formation	102
5.6	Bénéfices espérés du projet	105
5.6.1	Bénéfices à court terme.....	105
5.6.2	Bénéfices à moyen terme	106
5.6.3	Résultats à long terme	107
5.7	Cadre logique	109
<u>Chapitre 6</u>		111
<u>Conclusions générales et recommandations</u>		
<u>Annexe A</u>		
<u>Calendrier de la mission</u>		
<u>Annexe B</u>		
<u>Visites</u>		
-	Direction générale des Eaux	B1
-	Direction générale de l'Irrigation	B17
-	M. Oosterkamp	B18

- Bureau de coordination du projet "Meris"	B19
- ONERN (Bureau national d'Evaluation des Ressources naturelles).	B21
- SENAMHI (Service national de Météorologie et d'Hydrologie)....	B27
- M.Valverde, INIE (Institut de recherches énergétiques et de services de génie électrique)	B31
- Cadastre rural	B35
- Compagnie Binnie & Partners	B38
- UNA (Université nationale agraire)	B39
- UNI (Université nationale d'Ingénierie).....	B41

TABLEAUX

2.1 Répartition altitudinale du Territoire péruvien	19
2.2 Répartition et densité de la population	22
3.1 Rendements moyens des principales cultures de la Sierre	35
3.2 Objectifs d'irrigation 1973/76	36
3.3 Objectifs d'irrigation 1973/2000	37
5.1 Estimation des coûts du projet	100
5.2 Ventilation des ressources humaines suivant les spécialités	101

FIGURES

2.1 Régions naturelles du Pérou	17
2.2 Etagement et superficie relative des trois régions naturelles du Pérou	18
2.3 Les principaux ensembles structuraux péruviens .-	20
2.4 L'organisation de l'espace péruvien	24
3.1 Capacité d'utilisation des sols de la Sierra	33
4.1 Interactions régionales du bassin du Mantaro	79
5.1 Schéma du processus général de développement planifié utilisant la méthodologie d'aménagement intégré	88
5.2 Analogie	89
5.3 Structure générale du projet d'application de la méthodologie d'aménagement intégré	94
5.4 Organisation de la formation pour la durée du projet	97
5.5 Chronogramme du projet	103
5.6 Chronogramme pour la formation	104
5.7 Cadre logique	107

REMERCIEMENTS

REMERCIEMENTS

Au cours de notre mission, nous avons pu visiter plusieurs organismes gouvernementaux, para-publics, universitaires ou privés. Quelques-unes de ces visites étaient planifiées avant notre arrivée mais plusieurs autres ont été organisées avec efficacité soit par messieurs Bourgeois et Desrochers de l'ACDI soit par nos interlocuteurs péruviens messieurs Lostao, Oberti et Lizarraga de la Direction générale des Eaux, au Ministère de l'Agriculture.

De manière générale, monsieur Desrochers et messieurs Oberti et Lizarraga nous ont accompagnés tout au long de ce séjour où notre groupe s'est souvent divisé afin de pouvoir rencontrer un plus grand nombre de personnes.

Nous tenons à exprimer officiellement ici nos remerciements à ces personnes qui ont contribué directement à la réalisation de la mission ainsi qu'à tous ceux qui ont consacré leur temps précieux à nous fournir les informations essentielles à la rédaction de notre rapport et à participer aux réunions de travail et de discussion à Lima.

CHAPITRE I



" FEMME MANOEUVRANT LA VANNE D'UN RESERVOIR D'IRRIGATION "
d'après le chroniqueur Felipe Guamán Poma de Ayala.

1.1 HISTORIQUE DU PROJET

En mars 1974, un document de base était déposé par la Sous-direction "Manejo de Cuencas" (Direction de Préservation et Conservation, Direction Générale des Eaux du Ministère de l'Agriculture) dans le but d'en arriver à un accord de coopération technique entre le Canada et le Pérou.

L'objectif de cette demande (D.G.A. Mars 1974) était de "développer et appliquer, au niveau national, les techniques requises pour un meilleur aménagement des ressources terre et eau dans les bassins "d'altitude". Le texte de la demande initiale mentionne (page 1) la diversité et la complexité des problèmes rencontrés en particulier dans la Sierra, et souligne que "la manière d'envisager la solution de ces problèmes dont les effets nuisibles se font sentir à la longueur des bassins, est de favoriser l'aménagement rationnel des ressources terre et eau principalement dans les bassins d'altitude" (page 1).

Après avoir souligné (page 10) que si les bénéfices de la conservation systématique des ressources, du contrôle des inondations, de l'amélioration de la production agricole, de la réduction de l'érosion, du contrôle de la pollution des eaux peuvent être évalués de manière indépendante et isolée, il s'avère actuellement impossible d'évaluer de manière simple les bénéfices de ces différentes actions considérées dans leur ensemble. C'est pourquoi " le but fondamental du projet est de rationaliser, pour la première fois au Pérou , ces activités, d'établir les bases de cette rationalisation, de profiter au maximum des expériences réalisées dans d'autres pays, pour ne pas gaspiller les ressources humaines et financières tout en développant une expertise au niveau national qui permette de conseiller dans la formulation et l'identification des projets et de la réglementation qui s'y rattache" (page 11).

1.2 OBJECTIFS DE LA MISSION

La mission avait pour but général de définir la teneur du projet " Manejo de Cuencas en la Sierra" (Gestion des bassins de la Sierra), conformément à la stratégie de l'ACDI et aux besoins péruviens dans ce domaine exprimés par la Sous-direction "Manejo de Cuencas" de la Direction de Préservation et Conservation (Direction générale des Eaux du Ministère de l'Agriculture du Pérou).

Pour atteindre ce but général, les membres de la mission devaient:

- rencontrer et consulter les autorités péruviennes administratives et techniques de la Direction générale des Eaux;
- rencontrer les différents organismes publics, para-publics directement ou indirectement reliés au projet;
- agir en liaison permanente avec le représentant de l'ACDI à Lima.

En collaboration avec les responsables péruviens, les membres de la mission avaient pour buts de:

1. définir la teneur du projet et obtenir les détails qui s'y rapportent;
2. obtenir l'information nécessaire et pertinente à l'analyse du projet;
3. établir de façon itérative, selon la méthodologie du cadre logique, l'objectif, le but, les extrants, les intrants et les activités impliqués. Expliciter les hypothèses et les conditions essentielles reliant ces éléments;
4. analyser et évaluer la disponibilité des éléments nécessaires à l'exécution du projet;
5. élaborer le plan d'exécution du projet;

6. définir l'impact économique de ce projet et analyser les hypothèses sur lesquelles repose cet impact;
7. évaluer la disponibilité de personnel et de fonds de contrepartie péruviens pour ce projet (phase pilote) et pour sa phase d'extension.

En collaboration avec les agents de l'ACDI, s'assurer que ce projet est conforme à la Stratégie de développement de l'ACDI, au Guide sectoriel sur l'agriculture et les ressources renouvelables, et aux orientations du Programme de coopération bilatérale avec le Pérou.

1.3 DEROULEMENT DE LA MISSION

La mission a utilisé le cheminement suivant durant son séjour au Pérou:

1. rencontres avec les responsables de l'ACDI à Lima pour être mis au courant de la situation actuelle en rapport avec le projet Gestion des bassins de la Sierra;
2. rencontres avec les professionnels du Ministère de l'Agriculture qui s'intéressent au projet, ainsi que les professionnels des différents organismes liés directement ou indirectement au projet;
3. discussions avec chacun des responsables du Ministère qui feront partie de l'équipe du projet et avec les responsables des autres entités impliquées;
4. obtention de la documentation qui se rapporte au projet. Rencontres d'autres organismes impliqués dans des activités analogues au Pérou;
5. étude des documents obtenus;
6. réunion de l'équipe de la mission pour faire l'analyse des documents à la lumière des commentaires des responsables péruviens, et prendre position sur la teneur future du projet;

7. l'équipe a fait part de sa position aux responsables de l'ACDI au Pérou;
8. l'équipe a rencontré les responsables du Ministère de l'Agriculture du Pérou en réunion pour leur faire part de la teneur générale du projet.

CHAPITRE 2



" FEMME MANOEUVRANT LA VANNE D'UN RESERVOIR D'IRRIGATION "
d'après le chroniqueur Felipe Guaman Poma de Ayala.

CHAPITRE 2

CADRE GENERAL

Aspects du Pérou

Historique

Le passé péruvien s'appuie sur une richesse archéologique exceptionnelle remontant aux chasseurs nomades du paléolithique d'il y a quelque 20,000 ans et dont on a trouvé des vestiges autour d'Ayacucho dans la Sierra centrale. Cette période qui dura jusqu'en 3,000 A.C. connut probablement les premiers établissements humains, peuplades de la côte alors plus humide, vivant de pêche et de cueillette.

L'agriculture véritable fait son apparition entre les IIIe et IVe millénaires avant notre ère, courge, tomate et haricot figurant au menu; puis, au IIe millénaire, le maïs et, dans la Sierra, la pomme de terre.

Les siècles qui s'écourent du XIe A.C. à l'arrivée de Francisco Pizarro en 1532, voient la succession de foyers de civilisations et de cultures (Chavin, Paracas, Mochica, Nazca, Huari-Tiahuanaco, Chimu, Chancay, Chincha-Ica, Inca) dont les produits, céramiques, tissus, bijoux, architecture, croyances, organisation sociale constituent un des joyaux de l'histoire de l'humanité.

L'ingéniosité de ces peuples apparaît dans la technique agricole: condensateurs d'humidité, barrages, aqueducs et canaux d'irrigation, terrasses, ainsi que dans l'aménagement d'un imposant réseau



UNU-CANCHA, Temple pour le culte de l'eau,
à Tampu-Machay près de Cuzco

routier jalonné de tambos (auberges, relais) qui permit la pénétration des conquistadores.

Aux exactions initiales, succèdent l'exploitation des richesses du pays, la colonisation agricole, le développement industriel et l'implantation de l'influence espagnole qui marque encore aujourd'hui l'architecture et les arts.

Géographie

Situé à l'ouest du domaine intertropical de l'Amérique du Sud, le Pérou étend ses 1,285,215 km² de superficie entre l'équateur et le 18e degré de latitude sud, sur une longueur qui dépasse les 2,000 km. Au nord, sa largeur entre l'océan Pacifique et la frontière du Brésil a plus de 1,200 km, tandis qu'au sud, elle se rétrécit à près de 200 km au contact du Chili.

Ses trois grandes régions géographiques (Figure 2.1) sont marquées par la vigueur des oppositions et des contrastes:

- la Côte, étroite bande désertique large de 40 à 200 km, entrecoupée d'oasis, avec une saison nuageuse fraîche (minimum 10°C) où l'état hygrométrique est presque saturé mais les précipitations quasi nulles, suivie de quatre mois (décembre à mars) de ciel dégagé où la température atteint 25°C;
- la Sierra, formée des chaînes montagneuses des Andes généralement parallèles à la côte et parsemées de vallées étroites, lieu de quelques bassins importants (Cajamarca, Marañon, Mantaro, Cuzco) et de l'altiplano autour du lac Titicaca, remarquable par la variété de ses paysages et de ses climats (saison sèche suivie d'une saison

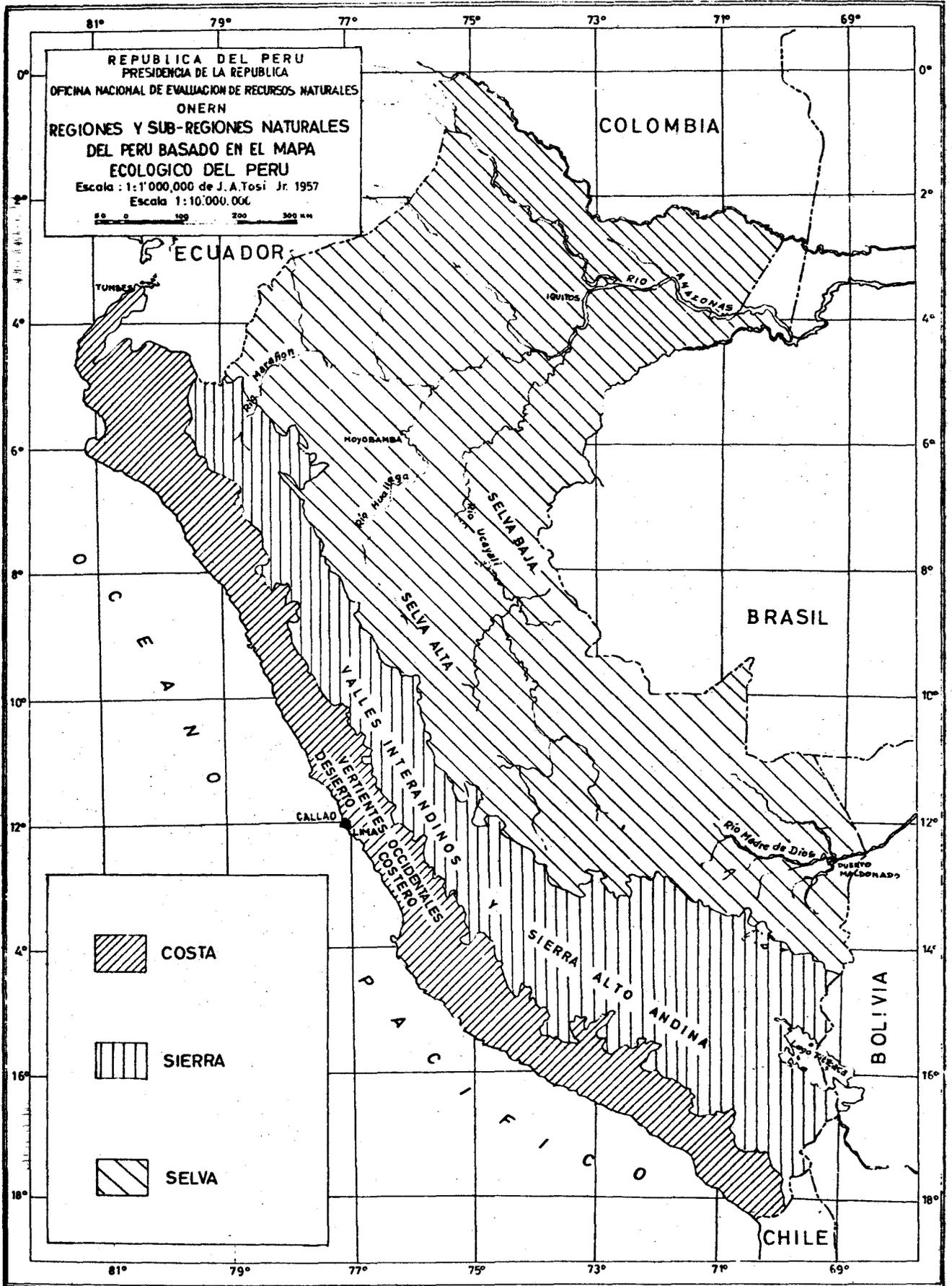


Figure 2.1: Régions naturelles du Pérou.

humide où les précipitations varient de 200 à plus de 1,000 mm, aux contrastes thermiques saisonniers et diurnes importants;

- la Selva (ou forêt) qui s'étend du piedmont oriental des Andes aux frontières de l'Equateur, de la Colombie, du Brésil et de la Bolivie et constitue la tête du bassin de l'Amazone, marquée par la monotonie de sa verdure, ses températures et ses précipitations élevées (température moyenne annuelle supérieure à 23°C, avec faibles variations saisonnières, pluviosité également répartie sur l'année et variant de 1,000 à 3,000 mm).

Mais l'étagement (Figure 2.2 et Tableau 2.1) et les facteurs climatiques ne constituent pas les seuls contrastes entre ces trois ~~grands~~ régions naturelles.

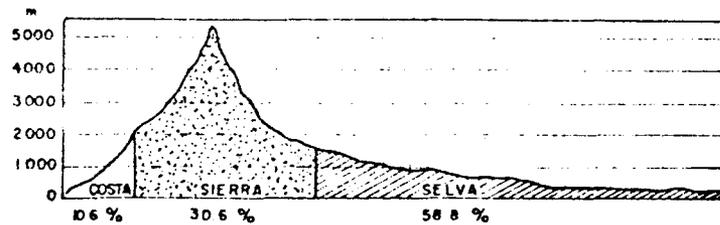


Figure 2.2: Etagement et superficie relative des trois régions naturelles du Pérou.

Zone altitudinale (mètres)	Superficie de la zone	
	(milliers de km ²)	%
0 - 1000	781	60.8
1000 - 2000	85	6.6
2000 - 3000	161	12.5
3000 - 4000	235	18.3
4000 - 6768	23	1.8
Total	1285	100.0

Tableau 2.1: Répartition altitudinale du territoire péruvien.

L'étroite bande côtière qui repose au nord sur un bassin sédimentaire tertiaire (marnes, calcaires, gypse) s'étire à travers des formations sédimentaires primaires et secondaires (schistes, grès, calcaires) pour rejoindre au sud à nouveau des formations tertiaires (Figure 2.3). Partout les intrusions granitiques et, surtout au sud, le volcanisme marquent le territoire. Les sédiments arrachés aux contreforts ouest des Andes forment d'imposantes terrasses graveleuses et sableuses et, par les rivières torrentueuses, de vastes cônes d'épandage où limons et argiles constituent les seuls sols fertiles lorsque la salinisation n'y est pas excessive.

La végétation naturelle est presque absente de la côte et a l'allure au nord d'une steppe arbustive; seules les vallées des rivières qui coupent cette côte désertique présentent quelque verdure, surtout grâce à l'irrigation qu'on y pratique maintenant.

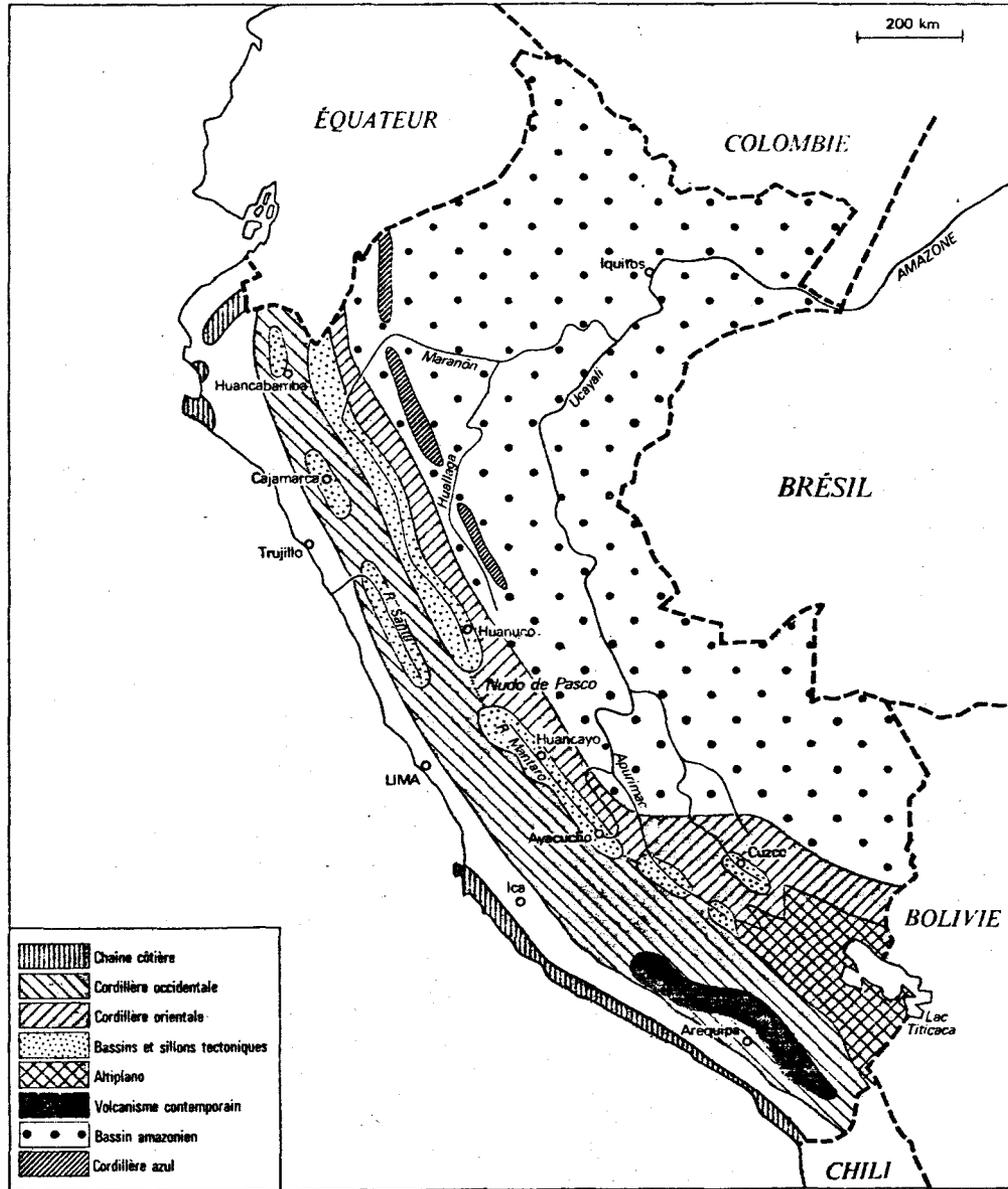


Figure 2.3: Les principaux ensembles structuraux péruviens.

La Sierra, zone des grands soulèvements tectoniques, est constituée, au nord, de séries sédimentaires (calcaires, grès) et schisteuses passant progressivement vers le sud à des formations ignées où dominent granites et laves; le volcanisme accuse une importance notable à travers toute la région. Les variations climatiques du quaternaire ont laissé des traces importantes: aux moraines, cailloutis fluvio-glaciaires et aux argiles résultant de l'effet des glaciations, les alternances de périodes chaudes et sèches et froides et humides ont causé la rubéfaction de certains sols et l'apparition d'encroûtements calcaires localement.

Aux sommets neigeux, succèdent une végétation de toundra et une steppe herbeuse d'altitude, nettement plus sèche au sud, la forêt naturelle étant rare et localisée dans les fonds des vallées. Le drainage, au nord, s'est organisé à partir du Marañon, ses affluents fouillant les massifs rocheux, tandis qu'au sud, l'altiplano concentre son ruissellement vers la cuvette du lac Titicaca, sans exutoire vers les océans.

Enfin, la Selva occupe un bassin sédimentaire (calcaires, grès, pélites) où les dépôts de graves, sables, limons et argiles provenant des fleuves quaternaires issus des Andes sont maintenant taillés par les méandres des rios aux eaux paresseuses, innombrables et anastomosés pendant les grandes crues de l'été. Bien que la végétation forestière caractérise cette région naturelle, on y trouve certaines variations en fonction de l'abondance des précipitations et de la nature des sols: semi-aride à sèche au nord, avec épineux et cactus, elle devient forêt très humide au sud, avec grands arbres, palmiers et bambous. Entre le piedmont et la zone basse, d'importantes variations dans les espèces et leur développement permettent d'y distinguer deux grandes sous-régions forestières.

Démographie

Le peuplement de régions aussi disparates s'est fait en fonction des qualités naturelles d'accueil de chaque zone avant de s'organiser autour de l'exploitation intensive des richesses naturelles et de l'industrialisation qui suivirent l'arrivée des espagnols.

Le tableau 2.2 caractérise certaines différences notables entre les trois régions.

	Côte	Sierra	Selva
Population	41%	50%	9%
Habitants/km ²	37	16	1.5

Tableau 2.2: Répartition et densité de la population.

Depuis les années 60, la population du pays a crû à un taux voisin de 3%, correspondant à des taux de natalité de 4.7% et de mortalité de 1.6%. Cependant, l'attraction des grandes villes entraînant des migrations à l'intérieur de la Sierra et de celle-ci vers la côte, confère aux villes un taux net de croissance supérieur à 5%.

Economique

L'économie du Pérou était dominée en 1970 par l'exportation de 95% de ses produits primaire. Par contre, 49% de ses importations allaient aux activités de production et à l'alimentation, et 14% aux biens manufacturiers.

Si la balance du commerce extérieur était jusqu'à ces récentes années encore bénéficiaire, elle est récemment devenue négative, entre autres par la diminution du produit des pêches côtières.

La valeur à l'hectare de la production agricole est nettement différente entre les trois régions naturelles:

Côte :	US\$ 319.*
Sierra:	160.
Selva:	175.

(*: chiffres de 1970)

Ces chiffres sont d'autant plus remarquables que la Sierra possédait alors 60% de la superficie cultivée, la Côte 26% et la Selva 14%. Alors que l'économie de la Côte est favorisée par les communications maritimes et terrestres (Figure 2.4), celle de la Sierra demeure une économie d'enclave entravée par la topographie qui a limité le développement des routes et des voies ferrées entre les vallées. Quant à la Selva, l'extension de son réseau routier reste à faire, et la navigation sur les fleuves y constitue le moyen de communication le plus simple encore.

PLAN NATIONAL DE DEVELOPPEMENT

Le plan péruvien pour la période 1975-1980 est basé sur le développement régional, permettant la valorisation des activités économiques rurales. Conçue de manière intégrée, la politique de développement pour la période considérée abandonne la vision purement sectorielle, la conception traditionnelle où l'industrie urbaine était envisagée comme base de la croissance du pays.

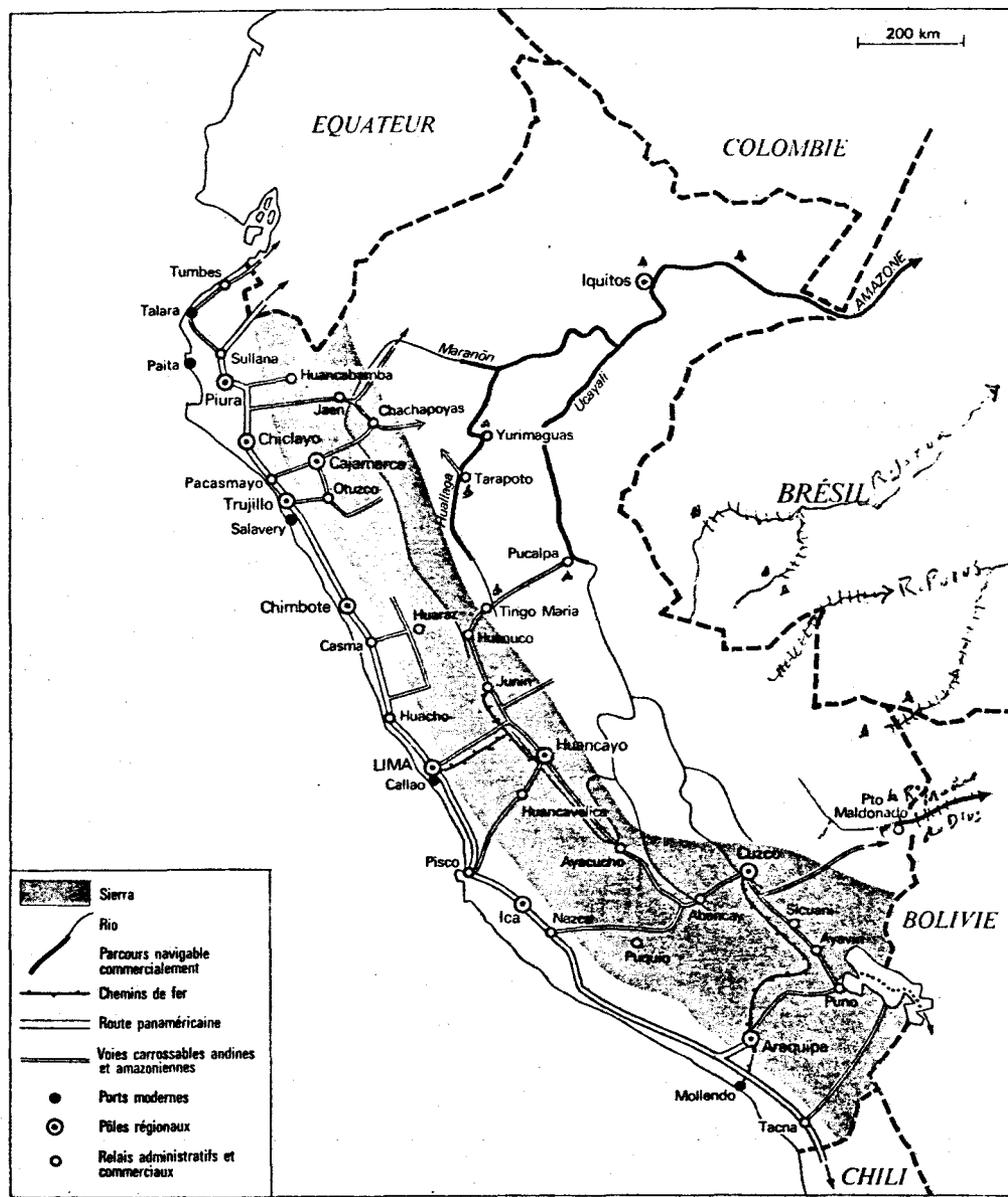


Figure 2.4: L'organisation de l'espace péruvien.

Les politiques multisectorielles définissent et orientent les actions de développement dans les secteurs et régions engageant la responsabilité d'agents économiques et de secteurs administratifs variés. Ces politiques sont liées à l'organisation de l'espace économique et à la structure socio-économique.

Les politiques sectorielles, axées sur la cohérence inter-secteur, font appel à la participation de la population et utilisent tout le potentiel de production, le réorientant de manière prioritaire vers la satisfaction des besoins de base de la population.

Ces politiques se synthétisent et se situent par les politiques régionales de développement. Les zones andines déprimées, c'est-à-dire la quasi totalité de cette région naturelle, se voient accorder une priorité élevée de développement en raison de leur forte population rurale, dont le niveau de vie est extrêmement bas et s'appuie sur une superficie limitée de sols aptes à l'agriculture.

Le développement de la Sierra vise donc à garantir la stabilisation et la survie de près de la moitié de la population du Pérou.

STRATEGIE DE L'ACDI

Les politiques canadiennes pour la période 75-80 accordent une priorité à la satisfaction des "besoins fondamentaux de la population ... des pays qui se montrent résolus à mobiliser leurs ressources internes aux fins de leur propre développement" (page 26).

Par l'appui qu'il entend apporter aux innovations en matière de développement, le Canada s'intéresse particulièrement à toute action qui vise une utilisation rationnelle des ressources rares.

La demande péruvienne s'inscrit donc carrément dans les stratégies proposées par l'ACDI pour les prochaines années.

CONCLUSION

La croissance démographique du Pérou, de la Sierra en particulier, accroît l'importance économique et sociale de la ressource eau. Ce problème impose l'utilisation de nouvelles techniques pour la mise au point d'un plan national pour l'approvisionnement, la mise en valeur et l'aménagement des ressources hydriques, qui tiennent compte de l'alimentation, de l'irrigation et des moyens nécessaires pour éviter la pollution de l'eau.

Cette approche faisait dire au Président de la République du Mexique:

"Nous intensifierons tous les efforts pour faire face aux problèmes de l'eau; nous ratifierons la recommandation que l'eau soit toujours employée de façon rationnelle, dans un esprit d'économie, car c'est une déformation mentale traditionnelle qui a fait penser en plusieurs parties du Mexique que l'eau est facile à obtenir, à utiliser comme l'air que nous respirons. En premier lieu, il faut toute une éducation nationale pour employer la ressource eau là où on doit l'employer; une grande disponibilité du gouvernement et des particuliers pour la recherche du précieux liquide doit être chaque jour moins verbale et plus active dans le but de la trouver et de lui donner les meilleurs usages humains et économiques". (Cruikshank 1971, page 201).

CHAPITRE 3



" FEMME MANOEUVRANT LA VANNE D'UN RESERVOIR D'IRRIGATION "
d'après le chroniqueur Felipe Guamán Poma de Ayala.

CHAPITRE 3

Description des problèmes et des utilisations du sol et de l'eau dans la Sierra

3.1 Le milieu et son organisation

La Sierra péruvienne est caractérisée par la barrière massive de la Cordillère des Andes où l'altitude des crêtes s'élève du nord au sud de 4,500 à 6,000 mètres.

A partir de Cajamarca en allant vers le sud, on retrouve des plateaux de 40 à 60 km de large qui à 4,000 mètres d'altitude sont surplombés par les massifs de la Cordillère. La Cordillère occidentale est caractérisée par de larges plateaux situés de 4,000 à 4,800 mètres qui s'élargissent et atteignent 400 km à la frontière bolivienne. Les paysages andins varient du nord au sud en fonction de l'altitude et de la massivité des chaînes mais sont également fortement influencés par le climat. Le climat andin est tropical, montagneux, caractérisé par l'alternance d'une saison sèche et d'une saison humide.

Si les Andes du nord sont soumises à un régime pluvieux abondant durant la saison d'été, les Andes méridionales et centrales tout au moins dans la Cordillère occidentale, sont beaucoup plus arides et caractérisées par des hivers longs et secs et des étés courts et pluvieux.

Deux types de réseaux de communication existent dans la Sierra. Le premier relie les centres de production agricole aux petits centres commerciaux, résidentiels et administratifs de la Sierra. D'autre part, des percées routières ouest-est relient la Sierra à la Côte en 9 points et permettent l'accès aux bassins de Piura, Cajamarca, Libertad, Ancash et du Lima Nord. Cependant,

dans le nord de la Sierra, aucune voie ne relie les bassins de la Sierra entre eux, alors qu'au centre et au sud, les bassins s'égrenent le long de la piste Lima-Puno. La population décroît dans la Sierra puisque de 50% de la population totale en 1967, elle est de 40% en 1976; on assiste donc à un exode vers la Côte et vers les centres de la Sierra. Dans cette région en effet, il n'y avait en 1967 aucune ville de plus de 100,000 habitants alors qu'actuellement, les villes de Cajamarca, Huancayo et Cuzco ont pris un rôle de pôle régional actif tant du point de vue commercial et industriel qu'administratif.

La population se compose essentiellement de paysans, de pasteurs et dans une mesure moindre de mineurs de sorte que la Sierra est un réservoir de richesses pour la Côte, au point de vue des ressources humaines, des ressources hydroélectriques et des ressources minières.

3.2 Utilisation du sol et du sous-sol

Pour ce chapitre, nous avons fait plusieurs emprunts à différentes publications; citons en particulier: Collin Delavaud (1973).

3.2.1 Agriculture

L'occupation de la Sierra a été fort ancienne, mais c'est surtout pour l'agriculture que le milieu andin fut primitivement accueillant. L'importance des surfaces planes, plateaux, replats et fonds de bassins, des températures supportables pour le maïs jusqu'à 3,200 mètres et pour la pomme de terre jusqu'à 4,000 mètres, d'une part, des pluies suffisantes pour la culture sèche, des sols maigres et à faible évolution mais très facilement défrichables et bien drainés, d'autre part, ont favorisé l'occupation du sol par des hommes ne disposant encore que de faibles moyens techniques.

L'occupation du sol s'est faite essentiellement à partir des bassins intérieurs que leur altitude modérée entre 2,000 et 3,000 mètres, au nord et au centre, et un peu plus élevée au sud, entre 2,500 et 3,800 mètres, leur fond plat, leurs terres alluviales et les ressources en eau d'irrigation des cordillères voisines, ont particulièrement prédisposés à cette occupation.

C'est le domaine des anciennes *haciendas* de culture du maïs et du blé, ou de l'élevage de bovins sur prairies inondables comme à Cajamarca, Huanuco ou Huancayo, au nord et au centre.

Les grands versants, entre 2,500 et 3,500 mètres, étaient eux aussi occupés par les *haciendas* qui exploitaient indirectement la terre en l'affermant à des *yanaconas* ou métayers dispersés en hameaux, comme sur les flancs du Callejon de Haylas, du moyen et haut Marañon au nord, ou des hauts versants des profondes gorges du Mantaro et de l'Apurimac au sud. L'*altiplano* du lac Titicaca, aux confins boliviens, correspond aussi à ce type d'exploitation. Indiens, Quechuas ou Aymaras, et métis cultivent de la canne à sucre dans les serres chaudes des basses vallées jusqu'à 2,500 mètres, le maïs et les haricots jusqu'à 3,000 mètres, le blé et l'orge jusqu'à 3,800 mètres, la pomme de terre peut être plantée jusqu'à 4,100 mètres. Rares étaient les communautés indigènes qui avaient survécu dans les bassins et sur les versants bien exposés ou facilement reliés aux vallées. Les communautés occupaient des sites marginaux, généralement à plus de 3,500 mètres, et notamment sur l'étage de la Puna, grandes surfaces d'érosion situées entre 3,800 et 4,500 mètres, et recouvertes par la steppe fauve de cet étage subaride. C'est le domaine naturel des auquenidés, llamas, alpacas et, depuis les Espagnols, de l'élevage extensif des moutons. Dans les parties légèrement déprimées, les Indiens font encore pousser des pommes de terre et sur les versants les mieux exposés, un peu d'orge. Enfin, dans le centre et surtout dans le sud qui

connaissent des densités rurales supérieures à 40 habitants au km², les indigènes précolombiens avaient aménagé d'extraordinaires terrasses (*andenes*) sur des flancs abrupts.

La réforme agraire est en train d'unifier la région en supprimant dans toute la Sierra, du sud au nord, le système latifundiaire d'élevage extensif d'ovins pour la laine et aussi celui des *haciendas* de culture de bassins (on ne doit pas posséder plus de 30 à 110 ha suivant les secteurs). Des invasions spontanées de 1962 à la loi de juin 1969, la terre de la Sierra a fini par revenir à celui qui la travaillait. Les entreprises agricoles de conduite directe ont formé avec leurs ouvriers fixés des coopératives et les grands *latifundio* d'élevage d'ovins ont été rendues à des communautés, comme dans le Cuzco et à Puno, ou bien ont constitué le noyau d'une SAIS (Société agricole d'intérêt social). Le prototype en est l'*ex-latifundio* géant de la Cerro de Pasco (300,000 hectares) devenu SAIS Tupac Amaru, constitué à la fois par le grand domaine, les communautés voisines, et même des institutions sociales, hôpitaux et collèges. A Huancayo, la SAIS Cahuide regroupe 240,000 ha de 29 communautés.

La surface cultivée dans la Sierra (Fig. 3.1) est réduite, mais cette région correspond cependant à 60% des terres cultivables de tout le Pérou. Aux 2 millions d'ha (ce qui correspond à 2% de la superficie de la Sierra) cultivés, il faut ajouter une dizaine de millions d'ha en pâturage. Plusieurs éléments expliquent la faible productivité observée dans la Sierra:

- la partie irriguée de la Sierra est relativement faible (20%);
- les sols sont pauvres et manquent d'engrais;
- la durée des cultures est plus longue que sur la côte. A 3,000 mètres, 2 ou 3 mois de plus sont nécessaires pour que le maïs parvienne à maturité;

- le calendrier agricole est sous l'étroite dépendance des pluies et un retard ou une baisse de la pluviosité peuvent provoquer des baisses catastrophiques de rendement;
- la pente des terrains constitue un obstacle à la modernisation des cultures;
- la diffusion des pratiques agricoles est encore réduite et pas toujours bien acceptée.

Pour améliorer la production de la Sierra, plusieurs actions isolées ou conjointes peuvent être envisagées qui auront pour conséquence d'accroître le niveau de vie des paysans de la Sierra:

- l'extension des zones de culture, par conversion de terres de pâturage. Cette solution ne peut cependant d'après les autorités péruviennes, être envisagée que sur une superficie réduite;
- le développement de l'irrigation qui semble être une des solutions les plus prometteuses est en cours. Le tableau 3.1 montre l'influence de l'irrigation sur les principales cultures de la Sierra. Cependant, les projets d'irrigation doivent être développés en tenant compte que la disponibilité de l'eau et son coût doivent être considérés à l'intérieur d'un cadre plus général. Une récente étude (Pohoryles, 1975) effectuée dans les zones semi-arides d'Israël donne les grandes lignes d'une répartition optimale de l'eau et met l'accent sur l'impact économique d'une telle stratégie. Une étude préliminaire de l'USAID (Shaner, 1975) indique les bénéfices économiques que l'on pourrait attendre d'une meilleure utilisation de l'irrigation. Les tableaux 3.2 et 3.3 donnent la planification gouvernementale respectivement pour la période 1973-1976 et 1973-2000, tenant compte des projets de coopération étrangère;

PLAN NACIONAL DE MEJORAMIENTO DE RIEGO - SIERRA

CAPACIDAD DE USO DE LOS SUELOS DE LA REGION DE LA SIERRA

- 
 (Terres aptes et modérément aptes à l'agriculture)
 TIERRAS BUENAS Y MODERADAMENTE BUENAS CON FINES AGRICOLAS
- 
 (Terres modérément aptes aux cultures)
 TIERRAS MODERADAMENTE BUENAS PARA CULTIVOS
- 
 (Terres médiocres, aptes à la sylviculture)
 TIERRAS REGULARES, APROPIADAS PARA SILVICULTURA
- 
 (Terres impropres à l'agriculture)
 TIERRAS NO APROPIADAS PARA LA AGRICULTURA



FUENTE: ONERN

Figure 3.1: Capacité d'utilisation des sols de la Sierra.

- une meilleure utilisation de l'eau existante, par la création de petits ouvrages de régularisation. Cette solution permettrait de tenir compte des contraintes dues à la variabilité des précipitations et d'étendre la période de culture;

- l'amélioration des pratiques agricoles par la formation des paysans;

- un accroissement des rendements par:
 - . une utilisation plus appropriée des terres;
 - . la rotation des cultures;
 - . l'emploi de fertilisants;
 - . l'implantation de variétés génétiques de plus haut rendement;
 - . l'emploi de pesticides.

PLAN NACIONAL DE MEJORAMIENTO DE RIEGO-SIERRA

RENDIMIENTOS PROMEDIOS DE LOS PRINCIPALES CULTIVOS DE LA SIERRA

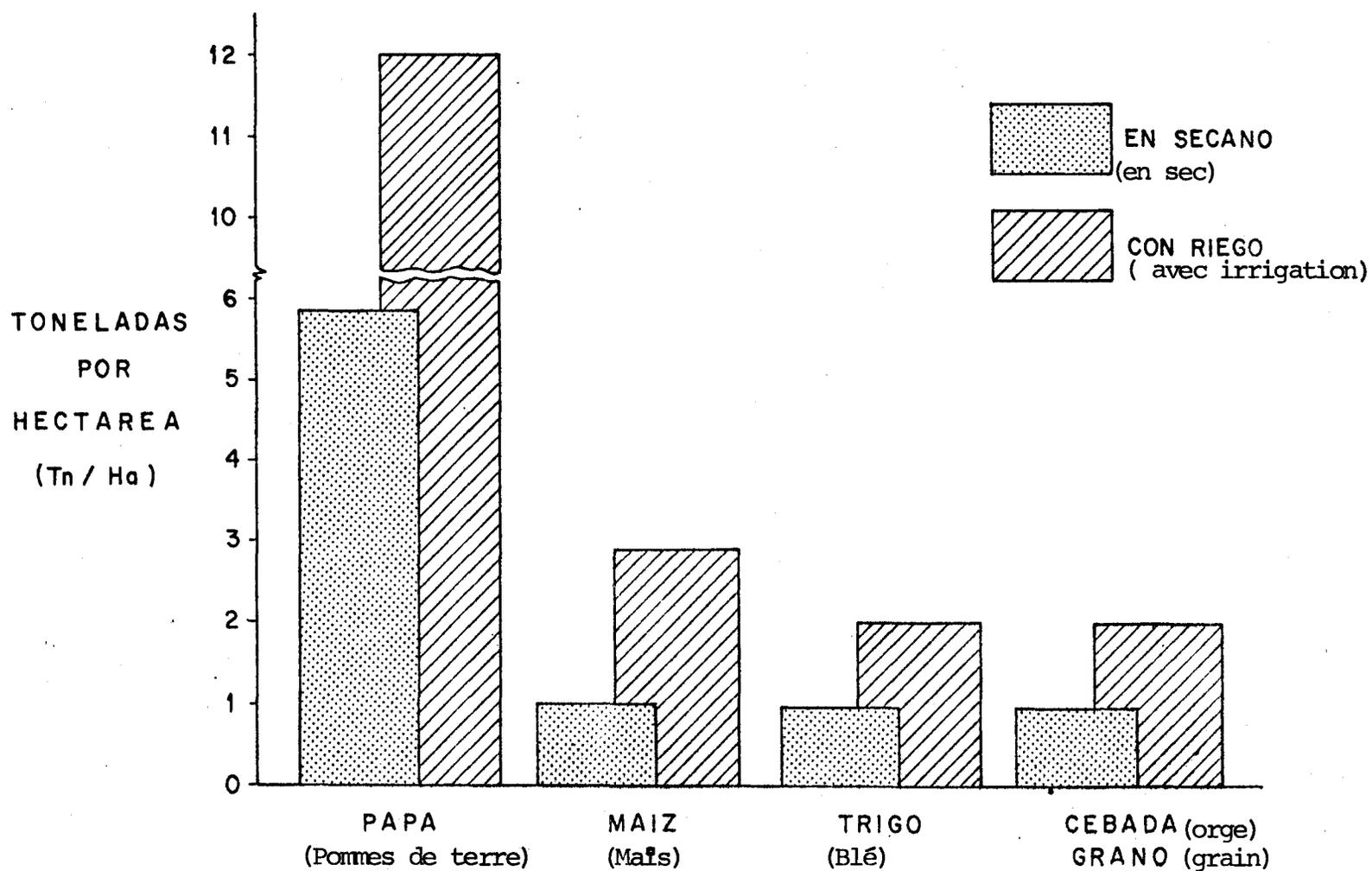


TABLEAU 3.1: Rendements moyens des principales cultures de la Sierra.

PLAN NACIONAL DE MEJORAMIENTO DE RIEGO-SIERRA

METAS PROGRAMADAS : 1973 / 76

EVOLUCION

CONCEPTO	Nº DE OBRAS Y PROYECTOS	SUPERFICIE BENEFICIADA HAS.	FAMILIAS BENEFICIADAS	INVERSION DEL ESTADO (Millones de soles)
OBRAS TERMINADAS 1973 / 74	5	1,000	1,000	7'
ESTUDIOS TERMINADOS 1973 / 74	5	2,000	2,000	2'
OBRAS EN EJECUCION 1975 / 76	5	2,000	2,000	16'
ESTUDIOS EN EJECUCION 1975 / 76	10	4,000	3,000	4'

TABLEAU 3.2: Objectifs du programme d'irrigation 1973/76.

PLAN NACIONAL DE MEJORAMIENTO DE RIEGO - SIERRA

METAS : 1973 / 2000

CONCEPTO	(1) METAS CUBIERTAS 1973 / 74	(2) METAS PROGRAMADAS 1975 / 76	(3) META CORTO PLAZO 1977 / 80	(4) PROYECCIONES PARA 1981 / 2000	TOTAL 1973 / 2000
SUPERFICIE BENEFICIADA HAS.	1,000	2,000	25,000	475,000	503,000
FAMILIAS BENEFICIADAS	1,000	2,000	24,000	456,000	483,000
INVERSION (Millones de soles)	9'	20'	600'	26,471'	27,100'

(1) Proyecto Asistencia Técnica a Comunidades y Cooperativas

(2) Proyecto Mejoramiento de la Infraestructura de riego en la Sierra

(3) y (4) Plan Nacional de Mejoramiento de Riego - Sierra

3.2.2 Production industrielle

Ici, nous nous intéressons à la production industrielle du point de vue de ses implications sur les besoins en eau, et de l'impact qu'elle a sur la qualité de l'eau utilisée.

Le secteur industriel a constitué une des faiblesses de l'économie péruvienne. La balance du commerce extérieur montre en effet la dépendance du pays qui exporte 90 à 95% de ses produits primaires et doit importer des biens d'équipement et des produits alimentaires. L'intervention de l'état vise à favoriser l'exploitation des réserves naturelles de charbon, de gaz et du potentiel hydroélectrique et à permettre la transformation des produits primaires.

L'énorme potentiel hydroélectrique de la Sierra est actuellement sous-exploité et sa planification devrait permettre un développement décentralisé du pays et la production d'énergie électrique peu coûteuse. Cette utilisation de l'eau ne doit cependant pas être considérée de manière isolée en raison des implications qu'elle peut avoir tant du point de vue de la régularisation des écoulements que du point de vue de la fourniture d'eau d'irrigation et d'alimentation.

La Sierra d'autre part est caractérisée par la richesse de son sous-sol. C'est en effet l'exploitation minière qui a contribué au développement régional et à la fixation d'une partie de la population.

L'or et l'argent des siècles coloniaux sont réduits à peu de chose; en revanche, les métaux non ferreux, plomb, zinc, et en première place le cuivre, constituent 40% des exportations.

Au sud, les mines sont peu nombreuses. La plus importante, Toquepala (Tacna), produit cependant 50,000 tonnes de cuivre par année.

Mais, bien que située à 3,000 mètres (elle est établie dans une zone aride et reliée à la côte par chemin de fer), elle reste étrangère à la mise en valeur de la Sierra. De même pour la mine de fer côtière de Marcona: il s'agit d'une enclave minière ouverte sur le commerce international. Toutefois, le nouveau gisement voisin de Cujone devrait produire 100,000 tonnes annuellement. Un autre gisement, celui de Tintaya, dans le Cuzco, devrait produire à son tour 20,000 tonnes. Les Andes du nord semblent recéler aussi des richesses minières importantes en Ancash, Libertad et surtout Cajamarca, mais leur exploitation, à de très petites exceptions près, n'a pas encore commencé.

Les Andes centrales présentent une mise en valeur minière d'une toute autre ampleur et bien mieux intégrée à la vie régionale. Le système de la Cerro de Pasco, au coeur de la Cordillère occidentale, au droit de Lima, est constitué par une dizaine de mines de cuivre, plomb, zinc et argent dont le minerai est concentré en première fusion dans l'énorme raffinerie de La Oroya. Environ 200,000 personnes vivent sur les 40,000 emplois de ce complexe minier et industriel. L'ensemble est drainé soit par la route, soit par le plus haut chemin de fer du monde, qui va de Lima à Huancayo en passant par La Oroya et la chaîne des mines de la Cerro de Pasco qui s'étagent entre 4,000 et 4,700 mètres!

Le développement minier qui constitue donc une des principales sources de recherche et de développement de la Sierra a de nombreuses implications sur la qualité de l'eau des rivières, d'autant plus que les gisements de la Sierra sont souvent en altitude et situés à la tête des bassins. Il est donc nécessaire d'intégrer le développement minier au développement général de la Sierra; on constate que les effets engendrés par la pollution des rivières peuvent être désastreux à court et à moyen termes tant sur le plan de l'alimentation en eau des zones urbanisées que sur le plan écologique en entraînant l'extinction d'espèces de poissons. Une alternative

déjà utilisée dans le Mantaro pour l'alimentation urbaine de Huancayo est l'utilisation des nappes souterraines (cf: visite à la Direction des eaux souterraines D.G.A.). De manière générale, les eaux souterraines de la Sierra sont très sous-exploitées et semblent un élément important à prendre en compte dans le cadre d'un développement intégré en raison de leur potentiel et de la solution de recharge qu'elles offrent.

3.3 Problèmes liés à l'eau et au sol dans la Sierra

3.3.1 Phénomènes naturels

Autant par la structure géologique que par le climat, la Sierra est une zone de contrastes, soumise à de nombreux phénomènes naturels prenant des dimensions souvent critiques et parfois catastrophiques. Parmi ces phénomènes, nous allons examiner brièvement ceux qui sont liés directement ou indirectement à l'eau et à la nature du sol.

- Erosion et sédimentation:

Ce phénomène est très marqué dans la Sierra en raison de la nature des terrains. La visite effectuée dans le bassin du Mantaro ainsi que les exemples cités dans le rapport Spafford (1975) nous ont montré l'importance de cet aspect.

De manière générale, on peut distinguer plusieurs types d'érosion:

- L'érosion superficielle due :

- . aux précipitations, qui se produit dans les régions hautes de bassins et se traduit par un lavage du sol et un transport intense de matériaux pendant les périodes de crue;
- . aux inondations, qui se produit surtout dans les zones basses des bassins. Dans les plaines d'inondations qui s'étendent autour des rivières, on peut observer un délavage des particules fines qui ne laissent en place que les graviers;



VALLEE du MANTARO, érosion
et cultures sur pentes fortes

VALLEE DU MANTARO, ravinement



- L'érosion de fond ne se produit que très peu dans les cours d'eau important de la Sierra mais affecte les affluents de ces rivières en particulier les torrents. Phénomène dû à l'érosion des berges des rivières importantes qui fait reculer l'embouchure des affluents et conduit à une érosion de fond importante pour établir un nouvel équilibre, ce type d'érosion est particulièrement sensible dans le bassin du Mantaro;
- L'érosion des berges, qui se traduit par un transport permanent de matériel solide se déposant sous forme de graviers et de cailloux dans les zones d'écoulement moins rapide. Les terrasses moyennes et inférieures formées d'alluvions récents sont en général les zones de culture qui sont affectées par l'érosion latérale.
Ce type d'érosion qui peut atteindre plusieurs mètres par jour dans les périodes de crue produit des dommages considérables dans les villages, le système routier et les terres cultivées. L'exemple de la zone de Muquiyaayo (10% environ des cours du Mantaro) est particulièrement significatif puisque sur une période de 15 ans, on a observé un déplacement latéral de 500 à 800 mètres du fleuve. Sur une période de 50 ans, on peut considérer que dans cette zone, 1000 ha. de cultures seront transformés en zone de graviers. Par contre, certaines terres stériles peuvent devenir propices à la culture par sédimentation d'alluvions. Ce type d'érosion a donc un impact considérable sur les zones de cultures irriguées proches des rives et plusieurs projets ont fait l'objet de pré-études pour y remédier (par exemple, Latin Project, 1968).

Événements climatologiques extrêmes

Les inondations, résultant de fortes précipitations, ont lieu en général vers les mois de février-mars et sont fréquentes mais affectent avec une intensité variable les cours d'eau de la Sierra. L'absence quasi-générale de données valables de précipitations et de débit rend les calculs très approximatifs et parfois douteux. Si l'on veut contrôler l'impact des inondations sur les zones cultivées, il importe donc dans un premier temps, d'établir des réseaux de mesure adéquats et ensuite d'analyser les données obtenues. Signalons que c'est dans la zone du Mantaro (cf. Rencontre avec M. Valverde de la Corporation du Mantaro) que le réseau hydrométrique nous a semblé le mieux planifié. Les données obtenues ne sont cependant soumises qu'à des analyses assez sommaires et il y aurait lieu d'améliorer les traitements effectués. Si l'on considère par exemple le bassin du Mantaro, on peut estimer à 8000 ha environ la zone cultivée qui serait inondée par la crue maximale probable et à 5000 ha la zone inondée par la crue décennale.

En période de crue, l'impact sur les zones cultivées est aggravé par l'inondation résultant des canaux d'irrigation, le niveau élevé des nappes phréatiques, le système de levées entourant les champs et le mauvais drainage des sols qui allonge la période de stagnation des eaux. La période d'aridité dans la Sierra dure de mai à août et les mois les plus froids de juin et juillet sont caractérisés par de très faibles précipitations et une durée d'ensoleillement importante. La température est un facteur contraignant pour la croissance de la végétation en raison notamment de l'existence de gelées dans les hautes vallées et l'Altiplano. Dans les vallées d'altitude moyenne propices à l'agriculture intensive comme Huancayo, on observe seulement des gelées nocturnes (moins sensibles au pied des collines) durant la période mai-août. Notons cependant que la capacité élevée d'emmagasinement du sol en eau à condition d'être utilisée pourrait limiter les effets de la période sèche.

La grande variabilité spatiale et temporelle de la répartition des précipitations dans la Sierra due en particulier aux effets orographiques se manifeste donc par deux périodes contrastées, l'une sèche où il y a pénurie d'eau et l'autre humide où l'abondance de l'eau crée de nombreux problèmes d'érosion et d'inondation.

L'aménagement des bassins de la Sierra nécessite donc (Cotai, 1975) :

- le stockage de l'eau de la période humide pour diminuer l'importance des problèmes d'inondation;
- le déstockage de cette eau durant la période sèche;
- une plus grande utilisation de l'eau souterraine.

Pour pouvoir planifier de tels aménagements et régulariser l'utilisation de l'eau, il est cependant nécessaire de bien connaître la répartition des paramètres hydrométéorologiques et leur variabilité. Ceci ne peut être effectué que par l'implantation de réseaux rationnels d'acquisition de données et l'utilisation adéquate de l'information obtenue.

Glissements de terrain

Les glissements de terrain se produisent assez fréquemment dans la Sierra et peuvent parfois prendre des proportions catastrophiques. Les causes de ces glissements ne sont pas toujours bien définies mais sont explicables de manière générale par :

- la nature des formations géologiques et la texture des sols;
- l'orographie accentuée qui crée une instabilité des pentes;
- les mouvements lents et les tremblements de terre;
- la saturation des sols due par exemple à de fortes précipitations et à une grande infiltration;

Glissement de terrain de HUACOTO en 1974

Zone de glissement, en pointillé

Volume déplacé $2 \times 10^9 \text{ m}^3$



- planification inadéquate des actions humaines (d'ouvrages, routes, etc...).

Dans la revue Defensa Civil (1975), on trouve plusieurs exemples de glissements de terrain dans la Sierra; nous devons également citer le glissement de terrain catastrophique de Huacoto qui a eu lieu en 1974 (cf. rencontre à l'INIE et à la Direction générale de l'Irrigation de la D.G.A.). Une étude sur modèle réduit (Laboratoire National d'Hydraulique, 1974) indique les principales caractéristiques de ce glissement:

- durée du glissement 3 minutes;
- largeur à la crête 900 mètres;
- largeur à la base 3800 mètres;
- eau retenue 670 millions de m³;
- hauteur de retenue 170 mètres;
- volume du glissement 2 milliards de m³.

Les données précédentes illustrent bien l'importance de ce glissement et l'impact de ces phénomènes.

Actuellement, aucune étude des zones de vulnérabilité n'existe et aucun contrôle de certaines causes liées à l'utilisation de l'eau et des sols n'est effectué.

3.3.2 Problèmes liés à l'action de l'homme

L'action de l'homme dans le domaine de l'agriculture, de la production industrielle et de l'urbanisation a des effets positifs mais comporte également de nombreux effets négatifs en raison des solutions souvent restreintes et locales apportées aux problèmes rencontrés. Dans le but d'établir une politique de conservation des ressources naturelles renouvelables, l'ONERN, en collaboration avec l'OEA, a établi en 1974 un document montrant l'interrelation entre l'utilisation des diverses ressources et les effets des pratiques humaines. Dans

ce document important, les problèmes sont localisés et leur gravité quantifiée.

Secteur agropastoral

La production agricole est la principale source d'utilisation de l'eau et du sol dans la Sierra, et concerne la plus grande partie de la population vivant dans cette région. La pression démographique entraînera un besoin accru en surfaces cultivées pour la production d'aliments de base (à l'exclusion de la production animale) à moins d'accroître la productivité. Takamiya (1971) indique que la superficie du pays actuellement nécessaire de 3.54 millions d'ha devra passer à 8.70 en l'an 2000 pour satisfaire les besoins de la population qui triplera dans cette période, et la Sierra représente une des grandes sources de ce développement potentiel.

Le développement de l'agriculture pour avoir un impact à long terme doit tenir compte de l'ensemble et de la diversité des ressources des bassins considérés et ne doit pas se faire au détriment d'autres ressources.

Si les aspects positifs et nécessaires du développement agropastoral sont évidents, il importe cependant dans le but d'une meilleure utilisation des ressources, d'identifier les aspects négatifs:

- Usages inadéquats des sols: la croissance démographique de la Sierra a conduit à développer sur des sols inadéquats la culture ou l'élevage. Cette utilisation de terres marginales généralisée dans la Sierra s'accompagnant de l'élimination de la couverture végétale primitive (déforestation par exemple, comme le cite Buenrostro, 1971, ou surpâturage) a provoqué une perte de la capacité de rétention des sols et une déficience en matière organique et substances nutritives, une érosion accrue, une

destruction de l'habitat animal et a eu pour conséquence un déséquilibre général du milieu. De plus, comme le montre l'étude de l'ONERN (1974), des sols de haute productivité sont utilisés pour l'expansion urbaine et les plantations nécessaires pour éviter l'érosion des pentes ne sont pas effectuées.

Les remèdes à apporter à ces usages inadéquats des terres qui se rencontrent fréquemment dans la Sierra passent donc par la classification des terres et l'implantation des cultures adaptées au potentiel de ces terres. Parallèlement, une action de réhabilitation des terres doit être entreprise pour en augmenter la productivité; Comerma (1971) cite l'exemple d'une telle expérience qui a augmenté par un facteur 3 la productivité des sols.

Problèmes d'irrigation

L'irrigation est un élément important du développement agricole de plusieurs zones de la Sierra. Mais plusieurs auteurs, Feder et Manger-Cats (1971) signalent la surirrigation qui dans les cas extrêmes peut conduire à un mauvais usage de 80% de l'eau utilisée en raison de l'existence de normes trop larges (Takamiya, 1971). La surirrigation s'accompagne également d'une salinisation des sols et d'accumulation des résidus toxiques en raison de l'existence d'un drainage souvent insuffisant et provoque un appauvrissement des terres et une diminution des rendements agricoles. Il importe donc comme le recommande Shanduvi (1971) d'évaluer les besoins réels en eau des différentes cultures, en fonction des caractéristiques des sols utilisés.

Par ailleurs, le design et l'opération des ouvrages d'irrigation sont fréquemment inappropriés, ce qui provoque plusieurs effets négatifs tels que la sédimentation dans les ouvrages, le débordement et l'érosion des terres. Ceci est particulièrement vrai pour les petits ouvrages (Latin-Project, 1968).



VALLEE D'ANTA, près de Cuzco
Pentes cultivées. Au loin
neiges éternelles.

Région de CAJAMARCA. Ferme Paysanne



De manière générale, il semble que les besoins en eau d'irrigation pourraient être satisfaits par une meilleure utilisation de l'eau disponible tenant compte de la grande variabilité temporelle des précipitations. La régularisation des eaux superficielles et l'utilisation plus intense des eaux souterraines permettraient aux paysans de la Sierra d'être plus indépendants des événements climatiques (gelées d'avril, sécheresse) et d'envisager deux récoltes annuelles (Cotai, 1975). Comme nous l'avons déjà souligné, de telles améliorations nécessitent d'une part l'évaluation du potentiel local et régional en eaux superficielles et en eaux souterraines à partir des données acquises par un réseau rationnel de mesure des paramètres hydrométéorologiques et d'autre part la gestion intégrée de la ressource eau.

Utilisation de produits chimiques

L'utilisation de produits chimiques tels que les fertilisants, les pesticides et herbicides est en forte croissance; cependant, l'utilisation trop intensive ou inappropriée de tels produits peut conduire au but contraire de celui recherché. L'excès de ces substances est lessivé et se retrouve dans les cours d'eau et peut conduire à la disparition d'espèces; ceci est particulièrement vrai dans le cas de substances non dégradables. Il est donc important, parallèlement à l'accroissement des rendements qui constitue l'aspect positif de l'utilisation des produits chimiques, de considérer le coût des contaminations. Ce problème ne se pose actuellement dans la Sierra que dans les zones de culture intense.

Aspects humains

La gestion et la planification encore souvent déficientes, particulièrement dans les petites localités, sont une entrave au développement ordonné de secteurs agropastoraux. Le non-contrôle de

certaines pratiques agricoles (brûlage des terres, surpâturage, irrigation inadéquate), conduit à un appauvrissement et à une altération des sols. Il est donc important d'établir des normes d'utilisation des sols et de l'eau et de développer la formation et l'encadrement des paysans.

Secteur industriel

Le développement industriel peut avoir de nombreuses implications sur la qualité de l'eau et du sol de la Sierra et doit donc être considéré en relation avec l'utilisation de ces ressources. Le dépôt de rejets miniers non traités provoque la contamination du sol des eaux de surface et des eaux souterraines. Il peut en résulter:

- une intoxication des sols directe par le rejet sur des terres agricoles, indirecte par l'eau d'irrigation polluée;
- la destruction d'espèces animales particulièrement piscicoles;
- la détérioration esthétique des zones à potentiel récréatif.

Dans le bassin du Mantaro, les zones industrielles situées dans le haut du bassin ont un impact considérable sur la qualité de l'eau qui est utilisée en aval. Sur d'autres bassins de la Sierra (Alto Huallaga, Huallanca), les industries agro-alimentaires (abattoirs, ...) sont également des sources de contamination de l'eau qu'il est nécessaire de contrôler.

Le développement hydroélectrique représente un potentiel important de la Sierra pour le développement économique régional et pour l'ensemble du pays. Ce développement ne doit cependant pas être effectué de manière indépendante en raison de ses implications et des conflits potentiels avec les autres utilisations de l'eau dans la Sierra.

Pollution par la fonderie de
LA OROYA



Pollution et navinage par bris
de canalisation, près de LA OROYA



Il importe donc dans le cadre d'un aménagement intégré de bassins, d'examiner l'impact des ouvrages de retenue et des zones d'inondation sur les sols, l'habitat animal, la végétation et de veiller à ce que les ouvrages puissent servir à d'autres fins telles que l'irrigation, la régularisation,...

Développement urbain

Le développement urbain doit être fait de manière ordonnée et contrôlée. Actuellement, l'exode des paysans vers la côte mais également vers les grands centres de la Sierra crée de nombreuses contraintes en relation avec l'utilisation du sol et de l'eau.

L'expansion urbaine s'effectue souvent par conversion de zones agricoles à haut potentiel, résultant en perte de productivité agricole, ou de zones à potentiel récréatif.

Les zones urbaines consomment également une grande quantité d'eau et constituent donc une utilisation potentiellement conflictuelle avec d'autres usages. Le contrôle des ouvrages existants d'adduction d'eau qui sont en général assez mal entretenus (fuites nombreuses) et le recours aux nappes souterraines (comme c'est actuellement le cas pour la ville de Huancayo) ainsi qu'une projection des besoins futurs sont des éléments permettant d'effectuer une utilisation plus rationnelle de l'eau.

La consommation urbaine ainsi que la consommation industrielle sont un facteur de contamination des eaux et du sol, d'autant plus que les rejets ne sont pas traités. Il s'ensuit une contamination des eaux superficielles et souterraines qu'il est nécessaire de contrôler.



MANTARO et l'un de ses affluents
non pollué

Rejets d'égoûts domestiques.
Etablissement minier de
LA OROYA



Conclusion

L'examen des diverses utilisations de l'eau et du sol montre la compétition ainsi que les interrelations qui existent entre ces différents usages. Buenrostro (1971) souligne bien ce fait et indique que le développement de chaque ressource doit être effectué en considérant son incidence sur le développement des autres ressources. Shandūvi (1973) recommande quant à lui d'examiner les possibilités d'usages non agricoles de la terre et leurs implications. Takamiya (1971) recommande de considérer le développement des ressources eau et sol pour l'agriculture mais aussi pour d'autres utilisations telle que le maintien de la qualité de la vie. Ces exemples montrent que si l'on veut effectuer un développement coordonné et rentable à long terme, il faut l'envisager dans sa globalité et ne pas faire l'erreur de considérer un projet isolé sans examiner ses implications avec le développement régional.

3.4 Nécessités de formation

Il ressort de nos discussions à la D.G.A. que l'une des raisons de la demande péruvienne à l'ACDI est de structurer la Sous-direction "Manejo de Cuencas" et d'en assurer le fonctionnement harmonieux. Le personnel de cette sous-direction serait un élément de la contre-partie péruvienne dans le projet. Cette sous-direction compte actuellement un personnel réduit et nécessitant une formation accrue dans le domaine de l'aménagement et de la gestion de bassins.

L'aspect formation est donc une composante nécessaire du projet et pourrait permettre une prise en charge progressive du secteur aménagement et gestion de bassins par les seuls spécialistes péruviens à la fin de la phase pilote du projet.

Une expérience réalisée lors du projet CENDRET de coopération entre le Pérou et la Hollande (1971-1974) avait pour but de former des ingénieurs péruviens dans le domaine du drainage et de la récupération des terres, et d'appliquer les techniques acquises à des problèmes concrets dans des zones pilotes. Le succès de ce projet a permis la prise en charge progressive par des ingénieurs péruviens de la formation et des applications à des cas concrets dans le domaine du drainage et de la récupération des terres.

Une autre expérience résultant de la coopération Franco-Péruvienne a contribué au fonctionnement efficace de la Direction des Eaux souterraines (cf. rencontre avec le Dr. Gayoso). Ces résultats concrets montrent que la volonté péruvienne de développer le secteur "aménagement et gestion de bassins" qui correspond à un besoin important, comme nous l'avons vu précédemment, peut être réalisée avec succès.

L'exode de plusieurs spécialistes, en raison des difficultés socio-économiques du pays, a partiellement affecté la D.G.A. et la sous-direction "Manejo de Cuencas". Il est donc d'autant plus nécessaire de former de nouveaux spécialistes aux techniques d'aménagement et de gestion de bassins.

Il apparaît également capital pour la bonne marche du projet de former des techniciens et des observateurs compétents, puisque l'une des raisons de la mauvaise qualité des données, hydrométéorologiques en particulier, résulte d'une formation inadéquate, pour les stations éloignées de la Sierra; les observateurs de stations ont en général une qualification très insuffisante. Le groupe de l'INIE en charge de l'acquisition des données dans le Mantaro constitue vraisemblablement une exception à cet égard.

Une des conséquences du projet, en ce qui concerne la formation, serait de coordonner l'effort des spécialistes péruviens qui sont généralement dispersés et ont peu de communications entre eux. Dans le cadre de la contre-partie péruvienne, il est en effet possible d'obtenir les services de plusieurs spécialistes péruviens.

L'aspect matériel est également important à considérer pour la bonne marche de la formation du personnel péruvien. Nous avons en effet noté le manque de livres de base en hydraulique, hydrologie, pédologie, disciplines reliées au projet. Les livres existants sont en général peu récents. En ce qui concerne les livres relatifs aux méthodes de traitement de données, aux techniques d'aménagement et de gestion de bassins, ils sont inexistantes, ce qui peut s'expliquer par le fait que ces livres sont relativement récents. Les besoins de la bibliothèque de la DIPRECO sont donc importants et devraient être comblés. En ce qui concerne plus particulièrement la Sous-direction "Manejo de Cuencas", une liste des livres

et rapports essentiels devra être dressée et des fonds devront être prévus pour en faire l'acquisition dans le cadre du projet. La disponibilité de livres traitant de l'aménagement et de la gestion de bassins est en effet essentielle pour dispenser une formation adéquate.

Il est souhaitable également que la bibliothèque de DIPRECO s'abonne à quelques revues scientifiques éditées dans le domaine de l'hydrologie et des ressources en eau (Water Resources Research, Journal of Hydrology, par exemple). Signalons en terminant qu'il semble que les professionnels de la D.G.A. et les professeurs des universités disposent de "bibliothèques personnelles" dont les ouvrages sont donc difficilement accessibles. Une des conséquences du projet si un esprit de communication assez large s'établit, pourrait être de favoriser l'accessibilité de l'ensemble des documents. Si un tel espoir est utopique, il deviendrait nécessaire d'établir un système de documentation plus important et accessible à tous.

CHAPITRE 4



" FEMME MANOEUVRANT LA VANNE D'UN RESERVOIR D'IRRIGATION "
 d'après le chroniqueur Felipe Guamán Poma de Ayala.

CHAPITRE 4

Développement rationnel de la ressource eau

4.1 Aménagement intégré

L'aménagement sectoriel de la ressource eau en fonction d'objectifs spécifiques tels que l'irrigation, l'hydroélectricité, l'approvisionnement domestique, la disposition des eaux usées, a engendré des conflits d'une part quant à l'utilisation de la ressource et d'autre part quant à la qualité de l'environnement. De plus, la décision concernant le choix, l'utilité et l'implantation d'ouvrages résulte la plupart du temps d'une minimisation des coûts quand ce n'est pas d'une décision à caractère politique.

Cette attitude face au système équilibré et complexe que constitue la ressource eau n'a eu de conséquences néfastes que récemment et plus particulièrement dans les pays développés.

Les problèmes causés par les usages conflictuels ou dégradants de l'eau sont devenus tellement évidents avec l'augmentation de la population, que certains gouvernements n'ont pas eu d'autre choix que d'investir des sommes importantes pour résoudre ces problèmes. De toutes les approches, celle qui est la plus logique est celle qui traite l'eau sous l'aspect système; au début, le système est naturel et intégré à son environnement; ensuite, l'homme par ses interventions modifie le milieu, ce qui se traduit soit par des conflits d'usage, soit par la détérioration des qualités physiques et bio-chimiques de l'eau.

Si l'on veut minimiser les conflits d'usage et si l'on veut maintenir la qualité du milieu, on doit faire une analyse globale du système eau (Delisle, 1974) pour bien connaître son fonctionnement, et pour

évaluer l'impact d'une intervention sur son équilibre naturel délicat. Il faut partir d'un diagnostic global et considérer les différentes possibilités d'utilisation pour déboucher sur des plans d'aménagement qui assurent un développement intégré et harmonieux (Shanduvi, 1973).

Cette approche qui vise à l'exploitation rationnelle de la ressource eau en minimisant les conflits et les impacts se traduit par l'aménagement intégré de la ressource (Lavigne, 1973).

Intégré, parce que l'unité même de la ressource eau implique que ses diverses utilisations doivent être considérées comme dépendantes les unes des autres et interactives. De plus, "les aspects techniques, administratifs, économiques et sociaux des problèmes de l'eau sont si divers, et souvent si contradictoires, que le recours à une multitude de solutions partielles ne peut plus être envisagé, même si chacune, prise isolément, résoud l'un des aspects de ce problème" (Guay, D. 1968).

La nécessité de traiter l'aménagement de la ressource eau d'une manière intégrée est universellement admise.

Deux experts de la F.A.O. en Amérique Latine, Feder et Manger-Cats (1971) soulignent la nécessité inévitable de réaliser des études et des évaluations complètes et détaillées des ressources sol et eau disponibles en Amérique Latine en relation avec l'agriculture, et la nécessité de planifier l'utilisation rationnelle du sol et de l'eau en tenant compte des liens entre les utilisateurs et les problèmes d'ordre socio-économique tels que la réforme agraire et la colonisation. Ils soulignent aussi la nécessité d'aborder l'utilisation des ressources eau-sol avec une perspective différente de celle qu'on a utilisé jusqu'à présent pour la planification des utilisations.

La nécessité d'une méthodologie nouvelle pour le choix des investissements a été soulignée au Séminaire Latino-Américain tenu à Mexico en 1971. A cette occasion, A. Villarreal (1971) a mentionné que la grandeur des problèmes socio-économiques liée à la limitation des ressources imposent de respecter continuellement les objectifs fixés de sorte que l'on puisse en arriver à la mise sur pied d'une méthodologie qui permettra de mieux définir les investissements.

L'aménagement intégré doit faire appel aux plus récentes techniques encadrées dans une approche ordonnée et systématique qui ne néglige aucun des aspects liés au système.

Une approche systématique a été suggérée par Villeneuve et al. en 1975, sous le nom de "Méthodologie d'aménagement de la ressource eau."

Dans l'établissement de cette méthodologie, on a distingué deux activités très complémentaires: celle de la planification et celle de l'analyse du système conçu par le planificateur. Le rôle du planificateur est de percevoir les problèmes, de les formuler, d'identifier et d'établir l'ensemble des solutions, de sélectionner les méthodes pour évaluer les différentes possibilités et de spécifier les données requises. De plus, celui-ci doit choisir ou se doter des instruments pour choisir à priori, parmi les différentes possibilités, les solutions qui semblent les meilleures ou les plus acceptables. Quant à l'analyste, il doit évaluer l'impact de ces choix et en faire connaître les résultats au planificateur. Son rôle se limite donc à fournir au planificateur les implications évaluées à partir de la simulation d'une combinaison résultant des choix effectués par le planificateur.

D'une part, la satisfaction des besoins en eau implique de connaître:

- les besoins en eau sur toute la période considérée;
- la gamme des objectifs à rencontrer par les aménagements;
- les interactions entre les utilisations;
- les ressources disponibles et potentielles;
- les ouvrages (barrages, usines d'épuration, puits) ou autres moyens qui permettraient d'établir l'adéquation entre les besoins et la disponibilité de la ressource eau.

D'autre part, pour établir l'ensemble des utilisations, des moyens et des ouvrages, le planificateur, de concert avec les analystes, doit réaliser les différentes étapes suivantes et ce, de manière très explicite:

- établir les objectifs généraux à rencontrer par le plan qui sera recommandé;
- définir et décrire chaque problème;
- estimer les ressources disponibles et potentielles et fixer, d'une manière générale, les alternatives à évaluer dans le processus de planification pour la satisfaction de ces objectifs;
- définir les contraintes imposées sur chaque solution telles que la connaissance des débits minimaux et les limitations de qualité, etc...;
- définir la gamme des paramètres à mesurer;
- définir les informations qui lui sont nécessaires et fixer les fréquences auxquelles ces informations devront lui être fournies.

La connaissance des besoins et des disponibilités n'est pas suffisante pour en arriver aux choix et à la planification de l'implantation des ouvrages. Ces choix ne peuvent être le fruit du hasard et, dans cette optique, il faut donc disposer d'une méthodologie qui soit applicable par tous, et qui, si les hypothèses sont les mêmes, doit conduire au même résultat.

L'application d'une telle méthodologie doit être faite au niveau d'un bassin hydrographiques car le bassin hydrographique constitue un système fermé de transformation en débit à la sortie des pluies qu'il reçoit. Chaque bassin a ses caractéristiques propres, et le comportement physique observé est difficilement transposable d'un bassin à un autre.

L'aménagement intégré doit se faire d'abord dans des bassins pilotes, où l'on éprouve la méthodologie et où l'on apprend avec discernement à maîtriser les techniques. C'est seulement après une adaptation aux conditions particulières d'un pays dans le cadre d'études pilotes que l'on disposera d'une expertise méthodologique satisfaisante.

4.2 Critères de choix d'un bassin pilote

Un bassin pilote est un endroit où les expériences qu'on y mène doivent représenter une méthodologie systématique (Sanduvi, 1973) pour que les résultats obtenus soient d'utilisation pratique et créent un impact économique.

Les caractéristiques principales que doit posséder un bassin pilote, si l'on veut y appliquer les principes de l'aménagement intégré, sont:

- représentativité;
- disponibilité des données;

- urgence d'intégration;
- problèmes potentiels;
- volonté politique d'intégration;
- facilité d'accès;
- équipement bien développé;
- disponibilité de la main d'oeuvre appropriée;
- études entreprises.

Ces différentes caractéristiques bien qu'elles soient données par ordre d'importance, peuvent dans chaque cas particulier avoir une importance plus ou moins grande.

-Représentativité

Le bassin pilote étant le lieu où l'on applique une technique, une méthodologie, il doit représenter le plus possible les problèmes actuels ou potentiels liés à l'utilisation des ressources terre et eau afin que la méthodologie et les techniques utilisées soient aisément transposables dans la plus grande zone possible représentée par le bassin pilote. Il est de plus souhaitable mais non essentiel que les caractéristiques physiographiques, hydrologiques et météorologiques soient sensiblement les mêmes dans la zone représentée. Cette similitude n'a en effet d'autre importance que celle de l'économie des données nécessaires à l'application des techniques utilisées.

En conclusion, l'avantage de choisir un bassin représentatif se traduit par la simplification des difficultés de transposer d'un bassin à l'autre dans la région représentée, les techniques utilisées ainsi que l'expertise acquise dans le bassin pilote.

-Données disponibles

Toutes les études concernant les aménagements sont basées sur la connaissance des phénomènes et la disponibilité de données les quantifiant. L'existence de données de bonne qualité est un élément essentiel pour effectuer les évaluations nécessaires pour le choix des aménagements. Ce choix sera d'autant plus précis que l'on aura des séries d'observations longues et de bonne qualité.

On choisira un bassin ayant plus de données de préférence à un bassin plus représentatif car le développement de la méthodologie et la compréhension des techniques sont fortement liés aux données dont on dispose.

- Urgence d'intégration

On doit choisir prioritairement un bassin pilote qui présente le plus de problèmes qui sont actuels et où les conflits d'utilisation sont les plus aigus. L'application de la méthodologie a alors un impact immédiat qui se traduit par une meilleure utilisation de la ressource. De plus, les efforts consacrés deviennent rentables plus rapidement, et cette rentabilité sera d'autant plus importante que la situation d'urgence des problèmes l'est elle-même.

- Problèmes potentiels

Dans le choix du bassin pilote, on doit tenir compte non seulement des problèmes actuels mais aussi des problèmes causés par les développements projetés et par l'augmentation de la population. On pourra alors minimiser plus rapidement les conflits et prévoir les problèmes sur le bassin pilote ce qui augmente la rentabilité de l'étude pilote. Du point de vue économique, l'étude aura pour effet sur le bassin de diminuer considérablement, voire même d'éliminer les coûts de correction des problèmes causés par un développement sectoriel et indépendant; cet impact serait inexistant dans un bassin sans développement prévu.

- Volonté politique

D'abord, il serait inutile d'essayer d'appliquer une méthodologie d'intégration si à tous les paliers du gouvernement, il n'y a pas une volonté clairement exprimée de traduire dans des faits concrets une politique d'approche globale des problèmes d'utilisation de la ressource eau. Ensuite, l'application de la méthodologie sur un bassin sera d'autant plus appuyée et soutenue que dans ce bassin particulier il y aura un impact politique et social favorable et harmonisé aux politiques actuelles et à long terme du pays.

- Facilité d'accès

Dans la mesure où l'étude implique de nombreux déplacements sur le terrain, et que l'application de l'étude se traduira par un plan d'aménagement qui augmentera la production et qui attirera la population, il faut choisir un bassin dont les voies existantes de communications et d'accès soient les plus développées possible.

- Équipement bien développé

L'équipement de bassins en appareils de mesure est un autre facteur très important dans le choix du bassin pilote. On doit choisir celui qui est le mieux aménagé pour la cueillette des données afin de minimiser les investissements que requièrent de tels équipements. De plus, on a observé que généralement, les secteurs bien équipés (quantité-qualité) sont souvent ceux où la qualité des données disponibles est la meilleure.

- Main d'oeuvre

Dans le choix du bassin, on devra tenir compte du personnel

disponible pour les études d'aménagement. Cette disponibilité doit être évaluée autant à partir du personnel sur place (dans le bassin pilote) qu'à partir de la proximité des techniciens et des experts. On choisira par exemple en priorité un bassin à proximité d'une source d'expertise plutôt qu'un bassin plus accessible mais loin des experts ou des techniciens.

- Etudes entreprises

On tiendra compte dans la sélection d'un bassin pilote des études qui y ont déjà été effectuées ou en cours; ces études ont un impact important sur la connaissance du milieu, et sont un acquis important pour l'application d'une méthodologie d'aménagement intégré.

4.3 Priorités Péruviennes

Le souci premier du gouvernement péruvien concerne l'alimentation. Le produit national brut du pays est d'environ \$350.00 par habitant, et l'on a dû importer en 1975 pour \$330 millions de dollars (\$25.00 par habitant) de produits alimentaires de base. On comprend facilement que la première priorité du gouvernement consiste à augmenter la production agricole. L'augmentation de la production agricole est directement liée à l'augmentation de l'irrigation et à la qualité de l'eau, étant donnée la nature du régime hydrologique et les conditions climatiques du pays.

De plus, le gouvernement péruvien a établi un plan de développement national en 1975 où sont mentionnées les priorités du pays. Plusieurs de ces priorités ont une incidence sur la ressource eau et sont souvent conflictuelles par rapport à cette ressource. Ces priorités reliées à l'eau sont traduites par des politiques qui touchent les domaines de l'agriculture, des pêches, des mines, du tourisme, de l'électricité, de l'habitation, de la santé et du perfectionnement.

Politique agraire

- On veut intensifier les programmes d'utilisation, de conservation et de protection des ressources en eau en:
 - améliorant les systèmes de captage, de distribution, d'utilisation et de contrôle des eaux superficielles et souterraines;
 - récupérant les terres ayant des problèmes d'érosion, de salinité et de drainage;

- en accélérant les programmes de reforestation et en améliorant les pâturages;
- en augmentant ou maintenant la protection des surfaces agricoles, des voies de communication, et autres installations qui sont soumises aux infiltrations et aux inondations.

La priorité est donnée aux projets d'irrigation et drainage qui sont déjà en cours et à ceux qui visent à augmenter la production alimentaire. On a mis en deuxième priorité les nouveaux projets d'irrigation.

Politique piscicole

Cette politique vise à développer la pêche en eau continentale c'est-à-dire dans les lacs, les rivières et les réservoirs, et à intensifier les recherches pour l'exploitation des ressources hydro-biologiques.

Politique minière

Les mines ont des effets nocifs sur le milieu ambiant, l'élevage, les récoltes, la population et les ressources hydrologiques. Des actions seront entreprises pour minimiser ces effets.

Politique touristique

Dans le but d'augmenter le développement régional et de stabiliser la population, on veut augmenter le tourisme à l'intérieur du pays, ce qui aura entre autres effets de développer les marchés et les services locaux.

Politique électrique

Selon le plan général d'aménagement du territoire, pour appuyer le développement régional, on a prévu une électrification importante de certaines régions du pays (en utilisant l'hydroélectricité). A cette fin, les études sur le développement hydroélectrique des rivières sont accentuées afin d'en arriver à une utilisation complète du potentiel hydrique.

Politique d'habitation

Une priorité importante, concerne l'établissement d'une infrastructure urbaine, où l'on met l'accent sur l'alimentation en eau potable et la disposition des eaux usées, sur l'utilisation des terres arides pour la construction des villes plutôt que des terres agricoles et sur l'établissement d'une tarification qui sera ajustée périodiquement pour les services d'eau potable et d'égoûts dans le but de défrayer convenablement les coûts d'entretien, d'opération et de rénovation.

Politique de santé

Pour ce qui a trait à la santé, on veut renforcer ou établir des normes pour la préservation du milieu en relation avec les effets positifs qu'a une telle politique sur la santé de la population.

Politique de perfectionnement

En raison de l'insuffisance de personnel technique et souvent du manque de qualification du personnel en place, le gouvernement a clairement exprimé sa volonté d'établir une politique générale de perfectionnement.

L'ensemble de ces politiques démontre d'une façon évidente la volonté du gouvernement de poser des actions qui auront une incidence directe sur la ressource eau. Cependant, si dans chaque politique on vise une amélioration de l'utilisation et de la qualité du milieu, ces actions sont sectorielles et ne sont pas traitées comme faisant partie d'un ensemble. De plus, on discerne aisément dans cette approche une volonté de traduire en bénéfices immédiats chacune des actions sans se préoccuper des impacts néfastes qu'une politique de solutions individuelles peut avoir à long terme.

Si l'on ajoute aux problèmes déjà nombreux et aux conflits d'utilisation les développements prévus on ne fera qu'augmenter le déséquilibre de l'utilisation de la ressource et la dégradation du milieu, de telle sorte que les bénéfices espérés se traduiront à moyen terme par des coûts de correction qui ne seront même pas comparables avec les bénéfices que l'on en aura retirés à court terme.

Il devient donc urgent à court terme de mettre en application les techniques de gestion et d'aménagement qui permettent d'effectuer un choix judicieux des aménagements. Ce choix judicieux permettra de déterminer les ouvrages prioritaires à établir pour satisfaire les besoins en eau, tout en maximisant les bénéfices et en minimisant les impacts négatifs sur la ressource eau et le milieu.

4.4 Volonté de développer la Sierra

La politique gouvernementale exprimée dans le plan de développement du pays vise à mettre en valeur des ressources naturelles et le développement des caractéristiques de l'économie de base de chaque région. La politique d'aménagement du territoire postule la consolidation des quatre macro-régions du pays qui sont le nord, le centre, le sud et l'est. C'est dans le cadre de cette consolidation qu'est conçu le développement de chaque région, où l'on essaiera de mettre en valeur les processus productifs complémentaires à ceux qui existent déjà.

C'est cependant vers la Sierra que porte la volonté de développement qui est donnée dans le plan. Pour bien établir cette volonté, il s'agit de donner les différents développements projetés. En général, dans les régions de Cajamarca, Ancash, Libertad, Huanuco, Pasco, Junin, Ayacucho, Huancavelica, Arequipa, Moquegua, Tacna, Puno, Cuzco et Apurimac, on veut développer:

- l'électrification et le développement des ressources hydro-électriques;
- l'irrigation pour augmenter la production alimentaire;
- les pêches intérieures en tant que source alimentaire importante, et promouvoir la consommation du poisson;
- l'industrie minière en minimisant la contamination de telles exploitations, et l'industrie métallurgique;
- les industries agro-alimentaires;

- l'élevage, entre autres, pour la production de viande, de laine, etc...;

- l'industrie touristique.

En plus de ces développements qui seront entrepris dans toutes les régions mentionnées, certaines actions sont particulières à des régions données.

Dans la région de Cajamarca, à un effort de réhabilitation des terres, on veut joindre le déplacement vers la Selva des cultures qui ont une forte consommation d'eau. On veut aussi y effectuer de la reforestation et le développement de l'industrie forestière. Des développements forestiers sont aussi prévus dans les régions de Ayacucho, de Huancavelica, de Junin, de Huanuco et de Pasco.

Dans la macro-région du centre, les régions de Junin, Huanuco, Pasco, Ayacucho et Huancavelica ont un rôle supplémentaire économique et social important en raison de leur débouché sur la métropole du pays, Lima. Ces régions vont servir particulièrement à déconcentrer les activités industrielles du Lima métropolitain. On veut faire des zones montagneuses des centres touristiques importants afin d'augmenter le développement des marchés et de la consommation sur place des produits régionaux. On insiste sur la vocation régionale particulière de Huancayo et sur le besoin d'y développer les industries textile et métallurgique.

Enfin, notons que 34% du budget d'investissement urbain est prévu pour les systèmes d'eau potable et de disposition des eaux usées.

La volonté politique clairement exprimée de développer la Sierra ainsi que les nombreuses activités que l'on y prévoit démontrent l'importance de situer dans cette région les bassins pilotes pour la mise en oeuvre d'une méthodologie rationnelle de sélection des ouvrages, dans une optique de minimisation des conflits, de maximisation de la qualité du milieu, et de minimisation des coûts.

4.5 Choix des bassins pilotes

Dans la proposition de projet de la D.G.A., "Manejo des Cuencas" de mars 1974, trois bassins pilotes avaient été préliminairement choisis (Chancay en Lambayeque, Chancay en Lima et Huallaga en Huanuco). Cette première sélection a été abandonnée pour différentes raisons d'ordres politique et économique. Au cours du printemps 1976, une nouvelle sélection a été effectuée par la Sous-direction de Manejo de Cuencas de la D.G.A. Ce changement trouve sans doute son origine dans l'orientation que les responsables de la DIPRECO croient nécessaire pour le projet. Les bassins choisis sont ceux de Cajamarca et du Mantaro. Lors de notre visite à la D.G.A., les responsables de la Sous-direction ont expliqué les raisons de ce choix et ont corrigé la perception qui se dégageait du rapport Spafford-Ouellette, d'un projet orienté vers l'aménagement sectoriel agricole, en insistant sur la nécessité d'un développement multisectoriel visant à l'aménagement rationnel des ressources terre et eau et qui considère l'ensemble des utilisations liées à ces ressources.

Il est cependant important d'examiner comment chaque bassin pilote choisi répond aux critères de sélection tels qu'ils ont été établis précédemment.

4.5.1 Bassin de Cajamarca

Le bassin de Cajamarca est situé dans la macro-région nord et constitue un pôle économique et administratif actif même avant l'empire Inca. Ce bassin est représentatif de la région nord de la Sierra et on y retrouve les conditions hydrologiques et météorologiques qui sont caractéristiques de cette région.

En plus, tous les problèmes d'utilisation du sol et de l'eau se retrouvent dans cette région et ces problèmes seront accentués par les développements à venir.

Cette région dont la population est supérieure à 1 million d'habitants est très peu urbanisée (15%) et on y retrouve surtout une population rurale (à 85%) ce qui implique que les problèmes d'utilisation sont surtout liés à l'exploitation du sol pour des fins d'élevage ou d'agriculture. Cependant, les prévisions de développement industriel et minier vont accentuer les problèmes dus à l'urbanisation et au développement industriel tels que la pollution, l'alimentation en eau et la disposition des eaux usées. On a aussi attribué à cette région une vocation vivrière en particulier pour l'alimentation des villes de Trujillo et Chiclayo; il faut également souligner que cette région alimente le grand Lima en produits de boucherie.

La région de Cajamarca possède un réseau routier très peu développé, de telle sorte qu'il y a des difficultés importantes de communication entre les sous-régions. Le niveau d'alphabétisation est relativement faible.

C'est probablement dû au niveau moyen du développement global de la région et aux difficultés d'accès que les données disponibles sur cette région sont rares et de mauvaise qualité, particulièrement en hydro-météorologie. Il a été impossible de trouver des études sur le bassin de Cajamarca qui traitent le problème de l'aménagement sous un angle multidisciplinaire, et en considérant les interrelations entre les utilisations et le milieu. La seule étude qui passe en revue les différents aspects de l'utilisation de la ressource est celle qui a été effectuée par l'ONERN (1975 a).

Ce sont autant les problèmes qui existent actuellement que ceux qui résultent des développements en cours ou projetés qui justifient le choix de ce bassin pour y développer une méthodologie d'aménagement.

4.5.2 Bassin du Mantaro

Ce bassin est situé dans la zone centrale de la Sierra dans le département de Junin et est représentatif des conditions hydrométéorologiques de cette zone. La population est pour environ les trois cinquièmes répartie dans plusieurs villes importantes; le pôle régional de cette région est la ville de Huancayo, située dans une large vallée, qui compte plus de 100,000 habitants; on trouve aussi dans cette région plusieurs autres villes importantes (Tarma, Jauja).

Anciennement à prédominance rurale, cette région est maintenant fortement urbanisée et dispose d'une bonne infrastructure routière en raison de sa position centrale dans le pays et forme un noyau relié aussi bien à Lima, à l'Amazonie péruvienne, au Brésil et à la Colombie (Figure 4.1). Cette région constitue donc un réservoir énergétique et alimentaire pour l'ensemble du pays et particulièrement pour la zone Lima-Callao, ce qui explique son grand développement industriel, agropastoral et agroalimentaire. Il est donc normal de retrouver dans cette zone l'ensemble des problèmes reliés à l'utilisation du sol et de l'eau créés par le développement urbain et industriel et par l'exploitation du sol évoqués précédemment. De nombreuses études ont été effectuées dans cette région sur des aspects sectoriels, par le gouvernement péruvien et par des organismes étrangers dans le but d'en favoriser le développement:

- une étude globale de l'ONERN (1975 b) a effectué l'inventaire et l'évaluation des ressources de la zone du projet Marcapomacocha qui touche partiellement cette région;
- une étude sur le transfert de l'eau du haut-Mantaro dans la Sta. Eulalia (tributaire principal du Rimac) a été réalisée

INTERACCIONES REGIONALES
REGIONAL INTERACTIONS

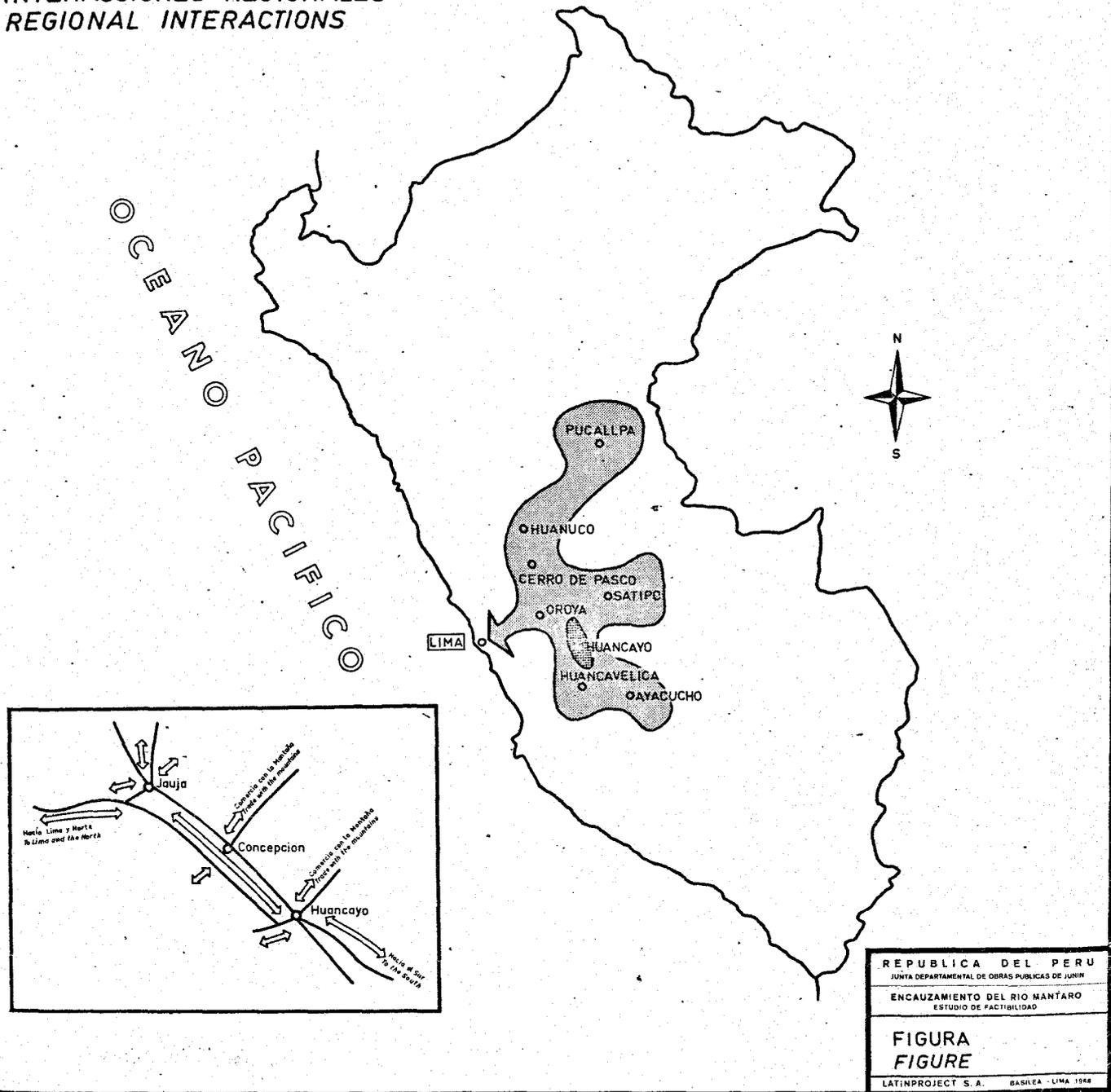


Figure 4.1: Interactions régionales du bassin du Mantaro.

(Binnie, 1975); ce projet a pour but de satisfaire aux besoins croissants d'alimentation en eau de la zone du Grand-Lima.

L'importance des problèmes de pollution de l'eau transférée dus à l'exploitation minière soulignée par les auteurs de l'étude montre la nécessité d'études intégrées prenant en compte tous les aspects liés à un projet;

- une étude (Latin-Project, 1968) a été effectuée dans le but de contrôler la forte érosion des berges du Mantaro.

Cette zone fait l'objet d'un développement général intense, en raison de sa position géographique, de l'abondance de ses ressources et du potentiel humain que l'on y retrouve. Il est très urgent de considérer de manière globale les problèmes posés par le développement régional et l'utilisation des ressources sol et eau, puisque, comme nous l'avons souligné, un développement sectoriel peut engendrer plus de problèmes qu'il n'en résoud. Cette récente technique de développement intégré s'accompagne d'une volonté politique marquée visant à empêcher l'exode de la population vers la côte. Une priorité gouvernementale est en effet de fixer cette population (d'un niveau général supérieur à celui rencontré dans les autres régions de la Sierra) et d'utiliser localement la main d'oeuvre disponible pour contribuer au développement industriel régional et à la production alimentaire nécessaire à l'ensemble du pays et particulièrement des habitants de Lima.

Les données existantes (hydrométéorologiques, qualité de l'eau, sol, socio-économiques) semblent d'assez bonne qualité et devraient permettre assez rapidement d'appliquer une méthodologie d'aménagement intégré tenant compte du développement industriel, urbain et agricole.

4.5.3 Remarques sur le choix des bassins pilotes

Les deux régions choisies par les autorités péruviennes sont représentatives de plusieurs aspects du pays; la comparaison que l'on peut faire entre les deux bassins pilotes montre que celui de Cajamarca est à prédominance rurale alors que celui du Mantaro subit un fort développement industriel et urbain.

Ceci explique que l'acuité, la diversité et la complexité des problèmes rencontrés est plus grande dans le Mantaro où de nombreux usages conflictuels de l'utilisation des ressources sol et eau sont très apparents. Dans ce sens, ce bassin pilote est fortement représentatif des problèmes actuels et potentiels qui se posent maintenant et se poseront dans le futur pour l'aménagement intégré des bassins de la Sierra.

Dans le bassin de Cajamarca où prédomine actuellement le développement rural, de nombreux projets industriels (agro-alimentaires, miniers, bois, ...) sont prévus pour les années à venir. Ce bassin pilote, caractérisé par des problèmes agricoles actuels et des problèmes potentiels liés à l'industrialisation, est ainsi représentatif de plusieurs bassins dont le développement est déjà planifié ou en voie de l'être.

A cette représentativité économique, il faut ajouter que du point de vue écologique, hydrométéorologique et physiographique, le bassin de Mantaro est représentatif du centre alors que celui de Cajamarca est représentatif du nord du pays.

Il est donc urgent d'appliquer une méthodologie d'aménagement intégré dans le Mantaro où l'on dispose d'ailleurs de données de qualité généralement bonne. Pendant cette phase d'application dans la région du Mantaro, il sera possible d'effectuer l'acquisition de données dans la zone de Cajamarca où les données sont souvent de qualité douteuse et où l'urgence et la complexité des problèmes est moins grande. A ces raisons justifiant la priorité du Mantaro s'ajoute le fait que ce bassin constitue un réservoir industriel et

agricole indispensable au développement harmonieux du Grand-Lima autant pour l'alimentation en eau et la production d'électricité que pour la production alimentaire.

Nous avons voulu montrer ici comment le choix des bassins du Mantaro et Cajamarca, effectué par les spécialistes de la D.G.A. était propice à l'application d'une méthodologie d'aménagement intégré des bassins de la Sierra. Il est cependant clair que d'autres bassins importants comme ceux de Cuzco et Puno auraient pu être considérés mais l'ampleur et la complexité des problèmes rencontrés au Mantaro et à un degré moindre dans le bassin de Cajamarca justifient largement le choix effectué.

Dans la phase d'extension, la méthodologie d'aménagement intégré suggérée, après avoir été appliquée au Mantaro et au bassin de Cajamarca, pourra l'être à d'autres bassins de la Sierra et une analyse des bassins prioritaires pourra alors être établie. La suggestion du directeur de l'ONERN d'envisager des bassins de la Selva et de la Côte, où se présentent aussi d'importants et d'urgents besoins d'aménagement intégré, pourra également être alors envisagée.

4.6 Conclusions

- Il existe un besoin clair et une volonté évidente pour une meilleure mise en valeur de la Sierra. Cependant, le développement de la Sierra ne peut se faire sans la coordination et la rationalisation de l'utilisation des ressources. Plus particulièrement, il faudra mettre l'accent sur la ressource eau, car sa distribution dans le temps et l'espace s'avère comme le facteur limitant prépondérant en ce qui a trait au développement de l'agriculture, de l'urbanisation et de l'industrialisation. De plus, les ressources en eaux souterraines semblent sous-utilisées, alors qu'elles pourraient servir à de nombreux usages.

- La qualité actuelle de l'eau qui résulte de son usage ou de son état naturel, limite en certains points des bassins les utilisations potentielles.

- Les sols lorsqu'ils sont mis en valeur d'une manière adéquate, sont productifs et présentent de bons rendements économiques. L'irrigation et l'arrosage utilisés dans le cadre d'une gestion intégrée de la ressource eau, de l'utilisation des réservoirs naturels et artificiels permettront un accroissement et l'extension de la production agricole.

- Le contrôle de l'érosion lié à l'aménagement des parties hautes du bassin est nécessaire pour réduire la sédimentation dans les réservoirs, les cours d'eau et les canaux, ainsi que pour diminuer la détérioration des vallées. Les travaux de restauration des sols peuvent avoir pour conséquence de diminuer les glissements de terrain qui sont fréquents et parfois catastrophiques dans ces régions.

- L'aménagement des bassins allié au développement industriel et agricole favorise le développement touristique, l'essor de l'artisanat local et le développement des services. Ces développements vont de pair avec l'amélioration du réseau routier, ce qui aura pour effet de faciliter l'acheminement des produits vers les marchés locaux et les grands centres.

- Il existe peu de bassins où beaucoup de données de base sont disponibles; quand elles sont disponibles, elles sont souvent inadéquates, d'inégale valeur, voire même douteuses. L'aménagement intégré d'un bassin implique l'établissement de réseaux hydrologiques, météorologiques, hydro-géologiques et de qualité des eaux qui soient rationnels et qui fournissent des données d'excellente qualité.

- La réforme agraire, les SAIS et les coopératives en nombre croissant, l'alphabétisation accrue de la population, créent un climat et des conditions très favorables à la compréhension des implications de l'aménagement intégré des ressources des bassins.

- Le projet "Manejo de Cuencas" proposé par la DIPRECO est prioritaire pour le Pérou et devrait être entrepris dans les plus courts délais. Ce projet devrait permettre la mise au point d'une méthodologie d'aménagement sur des bassins pilotes, transférable à l'ensemble des autres bassins du Pérou, ce qui aura pour effet d'optimiser le développement en maximisant le rendement des investissements tout en minimisant les accros à l'environnement.

Les autorités concernées au Pérou sont prêtes à effectuer le projet et à y consacrer les ressources humaines ainsi que les crédits nécessaires.

La réalisation de ce projet dépend de la formation d'une équipe multidisciplinaire composée de personnel qualifié et ayant de l'expérience dans l'utilisation des techniques de l'aménagement intégré. Dans un premier temps, on devra faire appel à du personnel non péruvien pour constituer l'équipe et former le personnel professionnel et technique. Dans un deuxième temps, c'est le personnel péruvien qui devra remplacer le personnel non péruvien et assurer l'application de la méthodologie sur d'autres bassins.

CHAPITRE 5



" FEMME MANOEUVRANT LA VANNE D'UN RESERVOIR D'IRRIGATION "
d'après le chroniqueur Felipe Guamán Poma de Ayala.

5. Projet "Aménagement intégré de la Sierra"

5.1 Introduction

Dans les chapitres qui précèdent, plusieurs points essentiels ont été mis en évidence:

- importance du développement de la Sierra pour l'économie péruvienne;
- importance de l'utilisation des ressources sol et eau pour le développement de la Sierra;
- nécessité d'un aménagement intégré des bassins, en raison des utilisations conflictuelles et des interrelations entre les usages des ressources sol et eau;
- le projet (phase 1) a pour but d'appliquer une méthodologie d'aménagement intégré sur les bassins pilotes du Mantaro et de Cajamarca;
- la phase d'extension sera mise en oeuvre par l'équipe péruvienne sur d'autres bassins de la Sierra.

L'intérêt d'utiliser une méthodologie d'aménagement intégré est de prendre en compte la volonté politique d'aménagement du territoire qui est traduit par le plan national et des plans régionaux de développement.

La figure 5.1 indique le processus général dans lequel s'inscrit la méthodologie d'aménagement proposé.

La figure 5.2 précise, dans un exemple établissant une analogie entre le budget familial et la ressource eau, la nécessité d'appliquer une méthodologie pour permettre l'affectation d'une ressource limitée soumise à des utilisations liées entre elles et conflictuelles.

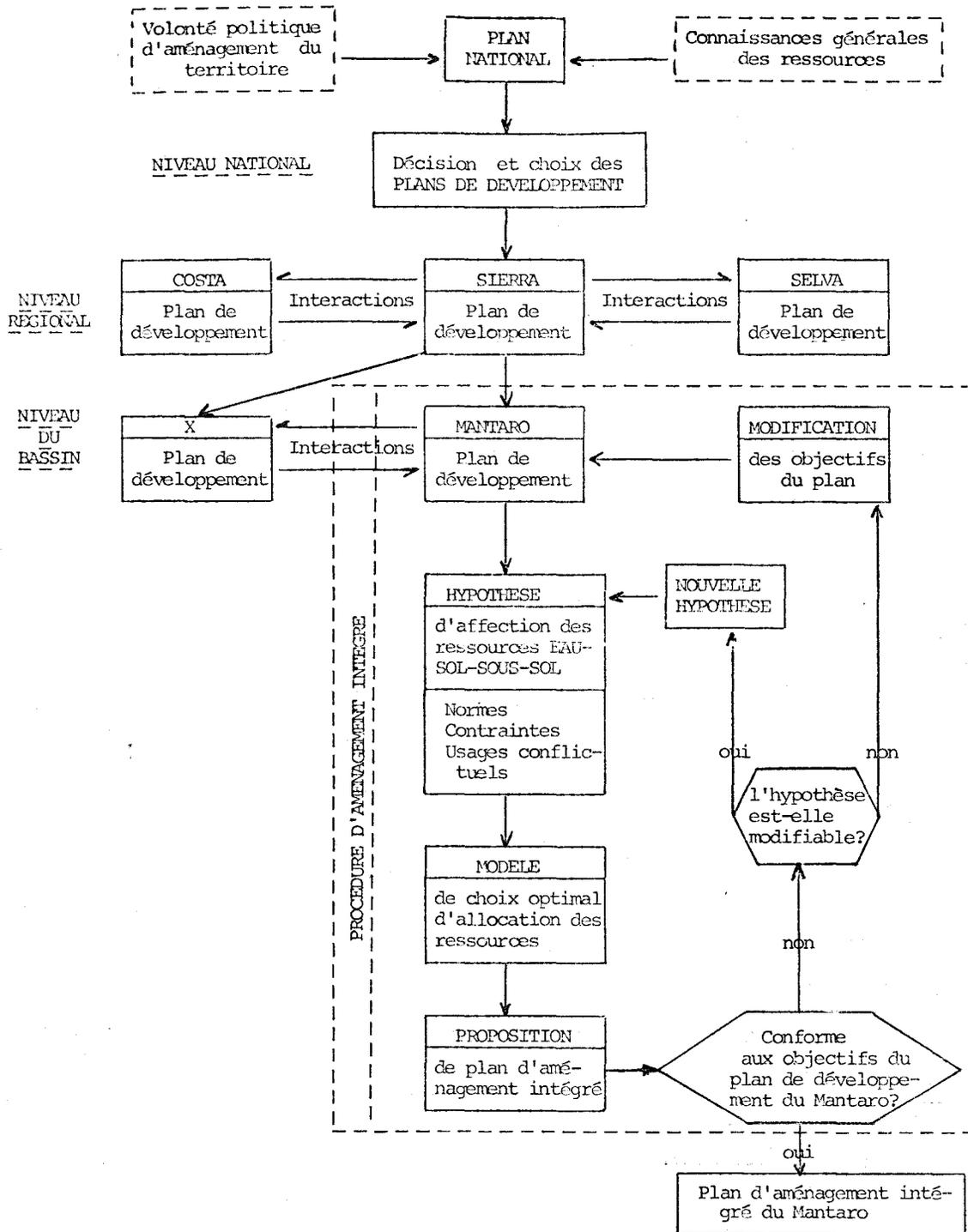


Figure 5.1: Schéma du processus général de développement planifié utilisant la méthodologie d'aménagement intégré.

	BUDGET FAMILIAL	RESSOURCE EAU	CARACTERISTIQUES
Ressource	Montant annuel disponible	Disponibilités en eau	Peut fluctuer d'une année à l'autre Doit être connu ou évalué
Inventaire des utilisations	Alimentation Transport Loisirs Logement Santé Éducation -----	Alimentation urbaine Irrigation Alimentation industrielle <u>Hydroélectricité</u>	Sont compétitifs, interreliés Soumis à des contraintes: - quantitatives; - qualitatives, d'intensité variable
Scénario de combinaison d'utilisations			Volonté "politique" à priori; décision de planification
Scénario	1. Consacrer le maximum à l'alimentation, au logement et au transport.	1. Irrigation. Développement agricole de la région surtout.	Doit être compatible avec: - le potentiel qui doit donc être évalué; - les usages actuels
ou			
Scénario	2. Consacrer le maximum à la santé, l'éducation, les loisirs.	2. Développement industriel surtout.	
Choix d'un scénario	Cellule familiale.	Division gouvernementale	
But poursuivi	Meilleure utilisation de la ressource limitée dans le cadre du scénario choisi		
Méthodologie d'aménagement intégré	Outil qui permet d'affecter la ressource de manière optimale en tenant compte des contraintes et des normes liées aux utilisations		
Résultats de la méthodologie	x% pour le logement y% pour la nourriture z% pour le transport	x% d'eau pour l'industrie y% pour l'irrigation z% pour l'électricité	
Bénéfices	Budget équilibré	Conflit minimal Revenu maximal	

Figure 5.2: Analogie

5.2 Caractéristiques de la méthodologie d'aménagement intégré d'un bassin

L'aménagement intégré d'un bassin doit comprendre les étapes suivantes:

a) ETABLISSEMENT DES SCENARIOS DE DEVELOPPEMENT

La volonté politique d'aménagement au niveau national et régional peut se traduire pour un bassin par la sélection d'un certain nombre de scénarios basés sur une connaissance générale des disponibilités et utilisations de la ressource. Chaque scénario reflète une hypothèse de développements.

b) INVENTAIRE DES DISPONIBILITES DE LA RESSOURCE ET DES UTILISATIONS

Il est nécessaire d'établir l'inventaire:

- des disponibilités de la ressource:

EAU: données d'hydrologie superficielle et souterraine.

SOL: données pédologiques.

Ceci requiert l'existence et l'implantation de réseaux rationnels d'observation (c'est-à-dire donnant l'information désirée avec la précision requise);

- des utilisations réelles et potentielles:

EAU: hydroélectricité, irrigation, alimentation urbaine et industrielle, ...

SOL: agriculture en sec et en irrigué,...

c) ETABLISSEMENT DES CONTRAINTES ET DES NORMES

Pour chaque utilisation et partout où elle existe actuellement ou potentiellement, il est nécessaire:

- d'établir les contraintes d'utilisation, c'est-à-dire de quantifier le besoin minimal, par exemple:
 - . l'opération d'un réservoir hydroélectrique nécessite un niveau minimal;
 - . la concentration en mercure pour la survie des espèces piscicoles ne doit pas dépasser un certain niveau dans un tronçon donné de rivière;
- d'identifier les normes d'utilisation, par exemple:
 - . il faut $0.5 \text{ m}^3/\text{jour}/\text{personne}$ pour l'alimentation en eau de Huancayo;
 - . le rejet en cuivre d'une mine ne doit pas dépasser un pourcentage donné en raison de la capacité de dilution de la rivière.

d) QUANTIFICATION DES BENEFICES DE CHAQUE UTILISATION LA OU ELLE A LIEU

Pour chacune des utilisations de l'eau prise séparément, on peut calculer le bénéfice que l'on en retire; par exemple: 1 m^3 d'eau servant à l'irrigation pour la culture du maïs dans la zone de Huancayo donne un bénéfice évaluable.

e) ETABLISSEMENT DE LA "FONCTION-OBJECTIF"

La "fonction-objectif" est l'équation qui traduit le bénéfice global que l'on peut retirer de l'affectation de la ressource aux diverses utilisations.

f) OPTIMISATION DE LA "FONCTION-OBJECTIF"

L'optimisation de la "fonction-objectif" doit tenir compte de l'ensemble des équations de contrainte, ce qui peut être effectué

par diverses techniques (programmation linéaire, par exemple).
Cette optimisation permet:

- de déterminer la quantité de la ressource à affecter pour chaque utilisation et d'en déduire le plan d'affectation;
- de déterminer l'optimum économique sectoriel et global.

Il est capital de noter que:

- il est possible d'évaluer, par l'analyse coût-bénéfice, la rentabilité d'un projet d'investissement sectoriel concernant une utilisation unique (par exemple, l'irrigation d'une zone pour une culture précise);
- l'estimation quantitative des bénéfices obtenus par l'aménagement intégré, résulte de l'application de toutes les étapes de la méthodologie d'aménagement décrites précédemment.

5.3 Structure générale du projet

5.3.1 Etablissement des sous-projets

Nous avons identifié de manière générale à la figure 5.3 les principales étapes de la méthodologie d'aménagement intégré qui devrait être appliquée aux bassins du Mantaro et de Cajamarca. Cette identification sommaire permet:

- d'estimer le temps total nécessaire en ressources humaines;
- de préciser le type de spécialistes impliqués dans la mise en oeuvre et dans la réalisation du projet.

Sur le plan des données déjà disponibles et des études déjà effectuées, il apparaît clairement que le bassin du Mantaro est nettement favorisé par rapport au bassin de Cajamarca, c'est pourquoi nous recommandons:

- que le projet débute par l'application de la méthodologie d'aménagement intégré au bassin du Mantaro. La complexité et l'urgence des problèmes rencontrés dans cette région appuient d'ailleurs cette recommandation;
- que l'application au bassin de Cajamarca débute dans la deuxième année du projet (décalage de 1 an par rapport au Mantaro), à l'exception de l'étude concernant la rationalisation des réseaux hydrométriques et pluviométriques. En effet, la validité douteuse de ces données nécessite un examen approfondi dès le début du projet.

	ETAPES	CARACTERISTIQUES	ACTIONS	RESSOURCES HUMAINES REQUISES		SPECIALISATIONS IMPLIQUEES
				CANADA	PEROU	
CONNAISSANCE	<ul style="list-style-type: none"> - Inventaire complet des données existantes - Critique et synthèse des études effectuées, et analyse des données 	Appliqués aux données <ul style="list-style-type: none"> - hydrologiques - météorologiques - piézométriques - pédologiques - qualité de l'eau 	<ul style="list-style-type: none"> - Rationalisation de réseaux d'acquisition - Méthodes et modèles d'estimation des disponibilités 	2h-a* 10h-a	4h-a 6h-a	<ul style="list-style-type: none"> - Agriculture - Hydrologie - Méthodes statistiques - Hydrogéologie - Informatique - Pédologie - Physico-chimie
UTILISATION	<ul style="list-style-type: none"> - Inventaire des utilisations - Identification des contraintes - Etablissement des normes - Aspects socio-économiques 	Appliqués aux utilisations de l'eau, du sol et du sous-sol <ul style="list-style-type: none"> - irrigation - alimentation en eau - hydroélectricité - agriculture - élevage - mines 	<ul style="list-style-type: none"> - Enquêtes socio-économiques - Cartes d'utilisation - Cartes de vulnérabilité - Etablissement d'un recueil de normes 	1h-a 1h-a 2h-a 2h-a	8h-a 4h-a 2h-a 6h-a	<ul style="list-style-type: none"> - Equipe d'enquêteurs sur le terrain - Sociologie - Economie - Statistiques - Hydrologie - Physico-chimie - Agriculture
OPTIMISATION	<ul style="list-style-type: none"> - Définition des noeuds de consommation - Equation de bilan - Equation de contraintes - Fonction objectif - Méthode d'optimisation 	Appliquées à la ressource eau (les autres ressources interviennent dans l'établissement des contraintes)	Etablissement d'un modèle de sélection	6h-a	4h-a	<ul style="list-style-type: none"> - Analyse de systèmes - Recherche opérationnelle - Modélisation mathématique dans le domaine de l'eau
VERIFICATION	<ul style="list-style-type: none"> - Vérification du système optimisé sous contraintes - Vérification du système sous différentes conditions d'exploitation - Proposition du plan d'aménagement intégré 		Etablissement d'un modèle de simulation	6h-a	6h-a	<ul style="list-style-type: none"> - Analyse de systèmes - Modélisation mathématique - Statistique - Hydrologie

Figure 5.3: Structure générale du projet d'application de la méthodologie d'aménagement intégré.

(* h-a: homme-année)

5.3.2 Enseignement et perfectionnement

La partie formation est une composante essentielle du projet; elle doit en effet permettre outre la formation de spécialistes, la prise en charge par l'équipe péruvienne de la sous-direction "Manejo de Cuencas" de la phase d'extension du projet aux autres bassins de la Sierra.

Cette formation doit être intégrée à la réalisation du projet sur les bassins du Mantaro et de Cajamarca et doit débiter le plus rapidement possible; la chronologie suivante pourrait être adoptée pour chacun des sous-projets:

- formation reliée à l'exécution du sous-projet;
- étude de cas: application à la région du Mantaro, ce qui correspond à l'aspect pratique de l'enseignement dispensé;
- application par l'équipe péruvienne, en collaboration avec le groupe canadien, au bassin de Cajamarca (effectuée à partir de l'année 2 du projet);
- application par l'équipe péruvienne aux autres bassins de la Sierra (phase d'extension).

En raison de la nature même des sous-projets, la formation est nécessaire à différents niveaux:

- formation technique, comprenant par exemple l'utilisation des appareils de mesure et les méthodes d'acquisition de données;
- formation générale, visant à la maîtrise des méthodes classiques d'exploitation des données (par exemple méthodes d'analyse statistique des crues);

- formation avancée, visant à l'assimilation des techniques plus récentes nécessaires lors de la mise en oeuvre de la méthodologie d'aménagement.

En raison des mesures gouvernementales qui rendent difficile la formation de Péruviens à l'étranger, il est préférable de favoriser la formation au Pérou.

Pour réaliser cet enseignement et compte tenu de l'expérience fructueuse déjà réalisée à la D.G.A. dans le domaine du drainage et de l'irrigation (CENDRET), nous recommandons qu'un centre du même type soit créé pour l'aménagement intégré de bassins. Ce centre, dépendant de la D.G.A. et dirigé par un responsable péruvien, permettra de réunir dans un même lieu des spécialistes de disciplines différentes participant au projet, visant à la réalisation d'un même objectif. Le rôle de coordination de l'enseignement effectué par ce centre permettra d'utiliser au mieux les compétences péruviennes souvent dispersées et de favoriser le contact entre experts péruviens et canadiens.

Dans la phase d'extension du projet, ce centre devrait fonctionner de manière autonome et sans la participation d'experts étrangers, comme cela a été le cas pour CENDRET. Ce centre pourrait d'autre part contribuer à la formation d'experts péruviens et, de manière générale, sud-américains. La figure 5.4 résume l'ensemble des spécialistes que nécessite l'enseignement et donne une évaluation globale des ressources humaines impliquées. La formation sera assurée par des spécialistes péruviens, des experts canadiens résidant au Pérou pour le projet, et des experts visiteurs.

	SPECIALITES	RESSOURCES HUMAINES	
		CANADA	PEROU
NIVEAU TECHNIQUE	<ul style="list-style-type: none"> . Instrumentation et mesures. . Critique et interprétation de données. 	2h-a	1h-a
NIVEAU GENERAL	<ul style="list-style-type: none"> . Ressources en Eau . Hydrologie . Hydrogéologie . Agriculture . Biologie . Pédologie . Physico-chimie . Traitement de données . Ecologie . Socio-économie 	4h-a	4h-a
NIVEAU AVANCE	<ul style="list-style-type: none"> . Modélisation . Analyse de systèmes . Aménagement intégré . Ressources en Eau 	4h-a	0h-a

Figure 5.4: Organisation de la formation pour la durée du projet.

Il est à noter que nous n'avons pas abordé le problème de la formation de personnel capable d'assimiler et de transmettre certaines connaissances nécessaires par exemple à la bonne opération d'ouvrages d'irrigation, ou à l'utilisation de pratiques agricoles adéquates. Si nous pensons qu'une telle formation ne doit pas être incluse dans le projet, nous croyons qu'il est important, pour l'application de normes établies pour l'utilisation des ressources, d'obtenir le support des organismes péruviens responsables de cet aspect.

5.3.3 Matériel

Il est impossible de faire une liste à priori des appareils qui seront nécessaires pour instrumenter les bassins pilotes. C'est à la suite de la rationalisation des réseaux d'acquisition de données qu'il sera possible d'établir une liste précise.

Ces appareils devront répondre aux types de mesures suivantes :

- hydrologiques;
- météorologiques;
- piézométriques;
- physico-chimiques.

Pour l'analyse des données physico-chimiques, il faudrait profiter au maximum des installations existantes de la Direction des Eaux Souterraines de la D.G.A. et celles du Ministère de la Santé. Il ne faut pas relier mauvaise qualité de données avec manque d'instrumentation, mais plutôt avec manque d'expérience.

Si l'on se base sur l'instrumentation du bassin du Mantaro, et en faisant l'hypothèse que la variabilité spatiale et temporelle soit très forte, une évaluation sommaire telle que celle réalisée par la mission Spafford-Ouellette (1975) pour 3 bassins, peut être envisagée: elle reste cependant uniquement une indication du montant maximal à prévoir. Si les sommes n'étaient pas dépensées, elles pourraient être ~~allouées pour d'autres parties du projet, ou pour~~ équiper d'autres bassins que les bassins pilotes du Mantaro et de Cajamarca.

De plus, les délais de commande sont courts si les appareils sont achetés à partir de fond qui sont de source extérieure au pays; le projet ne subirait aucun préjudice si l'on attend la rationalisation pour acheter les appareils.

En ce qui a trait aux disponibilités d'utilisation d'ordinateur, notons que l'on retrouve à Lima des ordinateurs modernes et très puissants. Il s'agira de conclure des ententes avec les organismes propriétaires (cf. visites à l'UNI et à la SENAMHI).

5.4 Estimation des coûts du projet

Le tableau 5.1 donne l'estimation des coûts du projet. En ce qui concerne la contre-partie péruvienne, nous avons donné l'équivalent du total d'homme-année en considérant un taux moyen de \$15,000.00.

Le tableau 5.2 donne la ventilation des ressources humaines nécessaires à la réalisation du projet. Cette ventilation est établie suivant les spécialisations requises pour les différentes tâches en identifiant la participation canadienne et la contre-partie péruvienne.

		PARTICIPATION CANADIENNE		CONTRE-PARTIE PERUVIENNE		
ADMINISTRATION GÉNÉRALE DU PROJET	RESPONSABLE	\$300,000	5 h-année	5 h-année		
	SUPPORT	\$125,000	5 h-année	10 h-année		
PROJET	INVENTAIRE DES DONNÉES *	\$1,600,000	Résidents et consultants	D.G.A. et autres	2 h-année	4 h-année
	SYNTHÈSE ET CRITIQUE DES ÉTUDES ET ANALYSE DES DONNÉES *				10 h-année	6 h-année
	UTILISATION *				6 h-année	20 h-année
	OPTIMISATION *				6 h-année	4 h-année
	VERIFICATION *				6 h-année	6 h-année
	FORMATION **				10 h-année	5 h-année
	SUPPORT TECHNIQUE					30 h-année
	ORDINATEUR					\$300,000
MATÉRIEL	BIBLIO-DOCUMENTATION	\$50,000		10 h-année		
	PUBLICATIONS (MANUEL)			\$20,000		
	INSTRUMENTS	\$100,000		\$100,000		
	VEHICULES ET LEUR ENTRETIEN	\$125,000		\$100,000 10 h-année		
	FOURNITURES DE BUREAU	\$50,000		\$100,000		
DIVERS	FORMATION LINGUISTIQUE	\$40,000				
	FRAIS DE VOYAGE	\$125,000 (extérieur)		\$75,000 (intérieur)		
	FORMATION DE PERUVIENS A L'EXTERIEUR	\$75,000				
	IMPREVUS	\$125,000				
				110 h-année		
INFLATION (20%)		\$2,715,000		\$695,000		
		\$545,000		\$1,650,000***		
				\$2,345,000		
				\$470,000		
TOTAL		\$3,260,000		\$2,815,000		

* Voir figure 5.3

** Voir figure 5.4

*** Calculé au taux moyen de \$15,000.00/homme-année

Tableau 5.1: Estimation des coûts du projet

SPECIALISATION	TACHES		Invent.	Synt.	Invent. Utilisat.	Identif. contr.	Normes	Aspect socio-éco.	Optimisation	Vérification	Formation niveau technique	Formation niveau général	Formation niveau avancé	Support technique	Bibliog. Document	Entretien de matériel	TOTALX						
	Coordination du projet																						
Coordonnateur	Pérou → 5																5						
	5 ← Canada																5						
Agent d'administration	0																0						
Secrétariat	5	10															10						
	0																0						
Agriculture			.3	.5	1.5	1	.3	3				.5		2			6.1						
Hydrologie			.4	.4	1.5	.5	.2		1		1		3				8						
Hydrogéologie			.3	1.2	.5	.5	.2	.2				.5	2				4.7						
Biologie			.2	.6	.5	.5	.2	.2		.5			2				4.7						
Pédologie			.1	.1	.5	.2	.2				.5		2				3.6						
Pédologie			.1	.4	.5	1	.2				.5		2				4.6						
Physico-chimie			.2	.2	.5	.2	.2						2				3.3						
Ecologie			.1	.3		.2	.2				1		2				3.6						
Sociologie			.1	.1	.5	.2	.2				1	.5	2				3.6						
Sociologie			.2	1	1	.5		1	4								6						
Statistiques mathémat.				1					1								2						
Statistiques mathémat.				2.5				1	1	1	1						6.5						
Economie			.2			.2		2				.5					2.9						
Economie						.2		1	2								1.0						
Modélisation									1	1							2						
Modélisation								2	2	2		1					5						
Analyse de système								1	1	1			1				2						
Analyse de système										1.5							1.7						
Aménagement de bassin						.2			.5			1					1.7						
Aménagement de bassin					1	1	.5		1	1							4.5						
Ressources en eau						.5	.5		2	1.5	1	1	1				6.5						
Ressources en eau											1			5			6						
Technique de mesure										1							1						
Technique de mesure			1	2	1									5			9						
Informatique			.5	2.5													3						
Informatique															5		5						
Biblio-technicien														5	5		10						
Biblio-technicien																	10						
Documentaliste																	10						
Documentaliste																	10						
Chauffeur-mécanicien																10	10						
Chauffeur-mécanicien																	10						
TOTAUX	15	10	2	4	10	1	1	2	2	2	6	4	6	2	1	4	4	0	30	10	0	10	110

Tableau 5.2. Ventilation des ressources humaines suivant les spécialités (partie canadienne et contrepartie péruvienne).

Le personnel péruvien impliqué dans l'étude dépendra en grande partie de la sous-direction "Manejo de Cuencas". Un des objectifs du projet est de structurer cette sous-direction et d'en accroître le personnel. Pour cette raison, il importe que pour l'approbation par le Gouvernement péruvien des budgets biennaux planifiés par la D.G.A., un accord CANADA-PEROU intervienne au plus tard en octobre 1976.

5.5 Chronogrammes

5.5.1 Projet

La figure 5.5 décrit la durée et la chronologie des différentes étapes nécessaires à la réalisation du projet. Cette figure a été établie en utilisant la structure générale du projet donnée à la figure 5.3 et en tenant compte des actions requises pour l'ensemble des étapes.

5.5.2 Formation

La figure 5.6 décrit la durée et la chronologie concernant les différents niveaux de formation. La chronologie a été établie en tenant compte de l'intégration de la formation dans le projet et en considérant que l'enseignement théorique doit précéder l'application et les études de cas.

Le détail des enseignements et leur structuration ne peuvent encore être précisés car ils sont conditionnés par:

- l'approbation de la formation d'un centre d'aménagement intégré;
- la disponibilité des spécialistes requis.

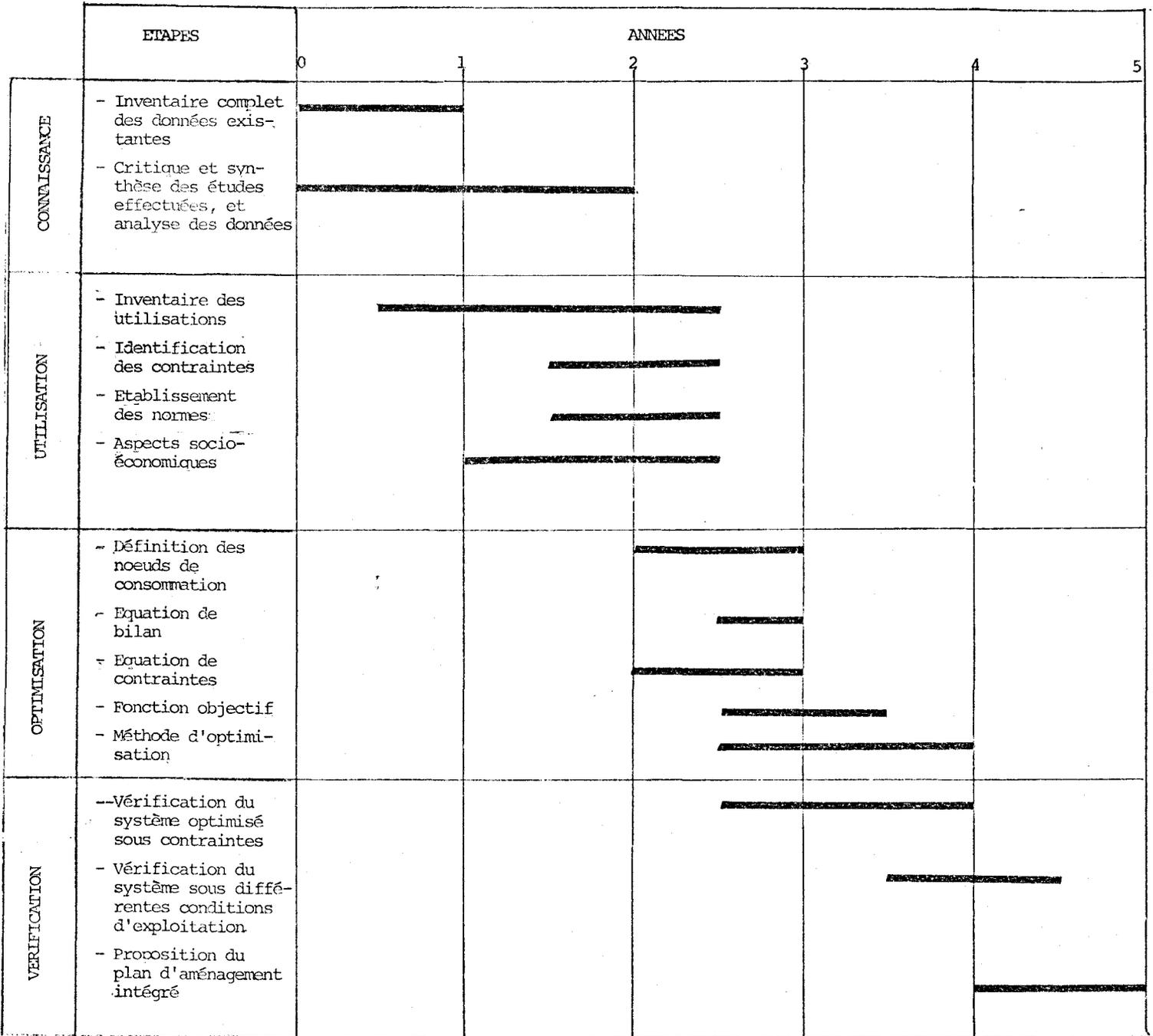


Figure 5.5: Chronogramme du projet.

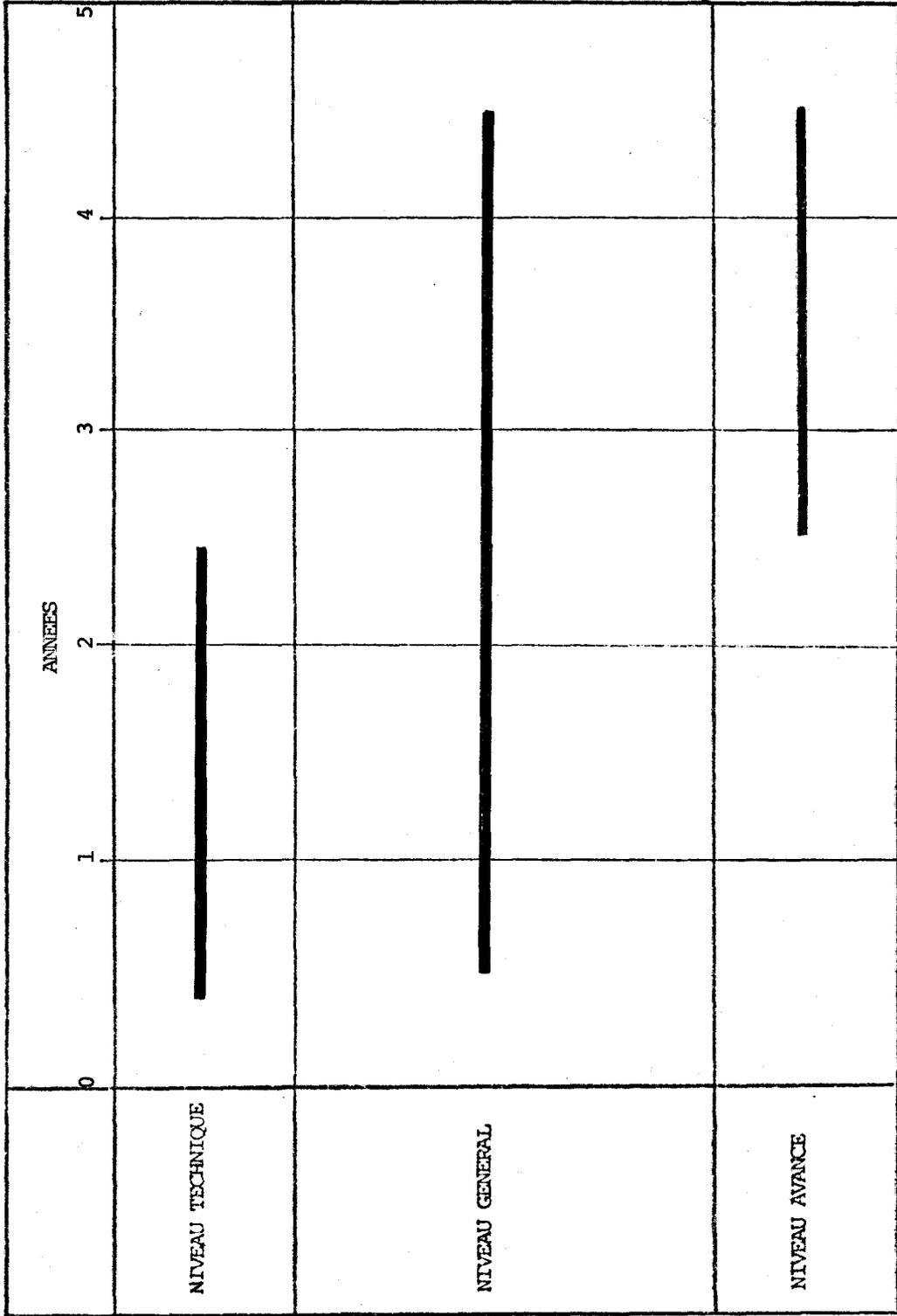


Figure 5.6: Chronogramme pour la formation.

5.6 Bénéfices espérés du projet

5.6.1 Bénéfices à court terme (au cours du projet)

a) Infrastructure:

- . développement et orientation de la sous-direction "Manejo de Cuencas";
- . implantation d'une bibliothèque spécialisée en aménagement et gestion de bassins;
- . structuration d'équipes techniques en acquisition de données et enquêtes sur le terrain.

b) Formation:

- . création d'un centre de formation en aménagement intégré;
- . formation à différents niveaux de personnel compétent dans les disciplines reliées à l'aménagement de bassins;
- . établissement de liens entre les spécialistes péruviens concernés par le projet.

c) Aspects techniques:

- . réalisation d'un inventaire systématique sur les bassins pilotes des données hydrométriques, météorologiques, pédologiques et piézométriques;
- . réalisation d'un inventaire systématique des utilisations de l'eau et du sol sur les bassins pilotes;
- . réalisation d'un inventaire systématique sur les bassins pilotes des problèmes d'érosion, d'inondation, de pollution et de mauvaises pratiques agricoles;
- . impact sur les projets péruviens ou d'aide étrangère dans les bassins du Mantaro et de Cajamarca essentiellement en ce qui concerne l'irrigation.

5.6.2 Bénéfices à moyen terme (fin du projet)

a) Formation:

- . prise en charge complète du centre de formation en aménagement intégré par l'équipe péruvienne;
- . extension par l'équipe péruvienne de la formation à d'autres groupes (péruviens ou sud-américains);
- . acquisition d'une méthodologie éprouvée et ayant fait ses preuves sur les bassins pilotes;
- . développement de manuels techniques dans le domaine de l'aménagement intégré (application à la Sierra).

b) Aspects techniques:

- . impact sur les projets péruviens ou étrangers (essentiellement en irrigation) dans les bassins du Mantaro et de Cajamarca;
- . implantation de réseaux rationnels et coordonnés d'acquisition de données particulièrement dans les domaines hydrométriques et pluviométriques;
- . obtention de données permettant l'aménagement intégré et la gestion des bassins pilotes;
- . application de méthodes de contrôle des crues et d'érosion des sols;
- . élaboration de normes d'utilisation de l'eau et du sol.

c) Impact social et économique:

- . rationalisation des interventions péruviennes et étrangères concernant l'aménagement intégré des bassins du Mantaro et de Cajamarca;
- . utilisation rationnelle de l'eau et du sol visant à la conservation de ces ressources (contrôle de pollution);

- . recommandations, dans le cadre du plan de développement, de l'affectation optimale des ressources eau et sol;
- . sensibilisation accrue des habitants (paysans surtout) des bassins du Mantaro et de Cajamarca aux problèmes d'utilisation rationnelle de l'eau et du sol;
- . recommandations en vue d'une législation favorisant une gestion adéquate des bassins pilotes.

5.6.3 Résultats à long terme (phase d'extension)

a) Formation:

- . formation de spécialistes péruviens et étrangers dans les divers aspects de l'aménagement intégré et de la gestion de bassins.

b) Aspects techniques (dans les bassins de la Sierra choisis pour la phase d'extension)

- . établissement de réseaux rationnels d'acquisition de données;
- . inventaire systématique des utilisations de l'eau et du sol;
- . inventaire systématique des problèmes liés à l'utilisation de l'eau et du sol;
- . solution des problèmes dus à l'érosion des sols et aux crues et protection des zones vulnérables;
- . application de normes éprouvées d'utilisation de l'eau et du sol.

c) Impact social et économique:

- . rationalisation des interventions péruviennes et étrangères concernant les ressources eau et sol;
- . conservation de l'équilibre physique des bassins et des ressources eau et sol et affectation optimale de ces ressources;

- . sensibilisation accrue des habitants de la Sierra (et en particulier des paysans) aux problèmes d'utilisation adéquate et de conservation du sol et de l'eau;
- . réduction des conflits d'intérêt entre utilisateurs de la ressource eau;
- . recommandations en vue d'une législation favorisant une gestion adéquate des bassins de la Sierra.

5.7 Cadre logique

Le cadre logique (Figure 5.7) fait la synthèse des détails donnés précédemment sur les buts du projet, son déroulement prévu et les bénéfices que l'on doit en attendre.

RESUME NARRATIF	INDICATEURS OBJECTIVEMENT VERIFIABLES	MOYENS DE VERIFICATION	SUPPOSITIONS IMPORTANTES
<p>Objectif du programme: l'objectif le plus général auquel ce projet contribue:</p> <p>Utilisation optimale et intégrée des ressources eau et sol de la Sierra pour satisfaire les besoins de la population péruvienne</p>	<p>Mesures dans lesquelles l'objectif a été réalisé:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Elévation du niveau de vie. - Réduction des dommages dus aux inondations. - Réduction de l'érosion. - Accroissement de la production agricole. - Amélioration de la qualité de l'eau. - Accroissement des crédits publics affectés au développement de la Sierra. 	<p>Statistiques économiques.</p> <p>Contrôles techniques.</p>	<p>Concernant la valeur à long terme du programme ou du projet:</p> <p>Volonté péruvienne d'exploiter le potentiel eau et sol de la Sierra</p>
<p>But du projet:</p> <p>Elaborer une méthodologie d'aménagement intégrée des bassins de la Sierra.</p> <p>Formation du personnel péruvien nécessaire à l'aménagement des ressources sol et eau.</p>	<p>Conditions qui indiqueront que le but a été atteint, étape de la fin du projet:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Plan d'aménagement intégré des 2 bassins pilotes de la Sierra. - Fonctionnement du centre. - La S.D.M.C. est structurée et apte à appliquer la méthodologie à d'autres bassins. - Planification de la phase d'extension. 	<p>Rapport final du projet.</p> <p>Rapport annuel du Centre de Formation.</p>	<p>Touchant l'enchaînement but-objectif</p> <ul style="list-style-type: none"> - L'aménagement intégré des bassins pilotes produit des bénéfices substantiels. - Acquisition par les Péruviens de l'expertise en aménagement intégré.
<p>Extrants:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Rationalisation des réseaux de données. - Inventaire des utilisations et problèmes liés au sol et à l'eau. - Modèle de simulation et d'optimisation. - Démonstration de l'efficacité et de la rentabilité de la méthodologie. - Création d'un centre en aménagement intégré. - Formation de spécialistes péruviens en aménagement intégré (transfert technologique). 	<p>Ordre de grandeur des extrants nécessaires et suffisants pour réaliser le but:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Fabrication d'annuaires (fin de 1^e année). - Plan rationnel d'échantillonnage des données (fin de 2^e année). - Publication d'un ensemble de normes concernant l'utilisation. - Fabrication de cartes d'utilisation et d'impact (milieu 3^e année). - Opérationnalisation des programmes de modélisation (fin 4^e année). - Fonctions occupées par le personnel formé. 	<ul style="list-style-type: none"> - Evaluation périodique des progrès du projet et rapports des actions entreprises dans chaque étape. - Annuaires de données. - Manuel de données. - Recueil de cartes. - Manuel d'utilisation des programmes et exemples d'application. - Evaluation de la formation. 	<p>Touchant l'enchaînement extrants-but:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Volonté péruvienne d'imposer les normes d'utilisation de l'eau et du sol. - Coordination des interventions. - Collaboration des organismes impliqués pour la formation et l'animation sociale.
<p>Intrants: Activités et genres de ressources:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Chronogramme du projet établi. - Bassins pilotes choisis. - Inventaire des données sur bassins pilotes. - Disponibilité de personnel qualifié particulièrement en aménagement intégré. - Disponibilité de personnel technique et d'appareils. - Disponibilité en ordinateur et autres facilités. 	<p>Niveau d'effort et (ou) de dépenses pour chaque activité:</p> <p>cf: Chapitre 5</p> <p>Figures 5.3 et 5.4</p> <p>Tableaux 5.1 et 5.2</p>	<ul style="list-style-type: none"> - Respect du chronogramme. - Appareils installés. - Données fournies. 	<p>Touchant l'enchaînement intrants-extrants:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Réalisation d'ententes avec les organismes disposant de spécialistes et de facilités informatiques. - Collaboration des organismes impliqués dans l'acquisition des données. - Délai de livraison respecté.

Figure 5.7: Cadre logique

CHAPITRE 6



" FEMME MANOEUVRANT LA VANNE D'UN RESERVOIR D'IRRIGATION "
d'après le chroniqueur Felipe Guamán Poma de Ayala.

6. Conclusions générales et recommandations

La volonté gouvernementale péruvienne de développer la Sierra répond au besoin de satisfaire les demandes croissantes de la population côtière en produits alimentaires et à la nécessité de mettre en valeur le potentiel de la Sierra.

La Direction générale des Eaux (D.G.A.) veut traduire sa participation à l'action gouvernementale en développant la sous-direction "Manejo de Cuencas" (S.D.M.C.) dépendant de la "Dirección de preservacion y conservacion" (DIPRECO).

L'objectif initial de la S.D.M.C. visant à l'amélioration des techniques agropastorales par un développement de l'irrigation est devenu plus large. L'objectif actuel est de développer l'utilisation rationnelle des ressources eau et sol dans une première phase sur les bassins pilotes du Mantaro et de Cajamarca pour ensuite étendre la méthodologie utilisée à l'ensemble de la Sierra. L'élargissement de l'optique de la D.G.A. s'est traduit par une modification des bassins pilotes:

- à la notion de bassins expérimentaux au sens hydrologique, s'est substituée celle de bassins pilotes;
- les bassins du Mantaro et de Cajamarca sont importants pour l'économie péruvienne et leur gestion nécessite la prise en compte d'utilisations conflictuelles et interreliées de diverses utilisations de l'eau et du sol.

Le Ministère de l'Agriculture souhaite la coopération de l'ACDI pour mener à bien la première phase du programme envisagé concernant les bassins pilotes.

La mission de l'ACDI après une visite sur le terrain et de nombreuses réunions avec les spécialistes de la D.G.A. et ceux de différents organismes concernés par ce programme, est d'avis que:

1. Le choix des bassins du Mantaro et de Cajamarca est adéquat en raison de leur développement actuel et du potentiel qu'ils représentent pour l'économie péruvienne;
2. il serait erroné à moyen et long termes d'avoir une approche sectorielle concernant uniquement les aspects agricoles des régions pilotes;
3. la meilleure manière de répondre aux besoins péruviens est d'appliquer une méthodologie éprouvée d'aménagement intégré pour tenir compte de la complexité et de la diversité des utilisations de l'eau et du sol dans ces deux bassins pilotes;
4. l'application de la méthodologie d'aménagement intégré permettra de contribuer au développement général des bassins pilotes et plus particulièrement du secteur agropastoral qui concerne directement une grande partie des habitants de ces régions;
5. le transport de la méthodologie à d'autres bassins de la Sierra (phase d'extension du programme) servira le développement à long terme de cette région et du pays.

L'approche proposée permettra de plus:

1. L'implantation de réseaux rationnels d'acquisition de données (les données actuelles étant souvent de qualité douteuse);
2. l'inventaire systématique des utilisations de l'eau et du sol;

3. la proposition de solutions aux problèmes causés par l'utilisation de l'eau et du sol;
4. l'aménagement intégré des bassins et leur gestion adéquate par une meilleure utilisation de l'eau et du sol.

L'équipe de mission recommande à l'ACDI, si cet organisme souhaite donner son support au programme, de:

1. intégrer dans le projet la création d'un centre pour le perfectionnement et la formation des spécialistes péruviens affectés au projet;
2. confier la coordination et la gestion du projet (partie canadienne) à un organisme unique chargé de:
 - a) recruter rapidement le chef de projet et les principaux spécialistes impliqués;
 - b) d'établir avec l'ACDI les normes de fonctionnement du projet (évaluation périodique, recrutement, commandes de matériel, etc...);
 - c) d'établir avec le responsable péruvien du projet les liens appropriés avec les différents organismes dont le support est nécessaire à la bonne marche du projet (ONERN, SENAMHI, INIE,...);
 - d) d'établir des accords avec les organismes pouvant fournir le support informatique nécessaire;
 - e) d'établir des relations étroites avec les organismes impliqués dans la formation des paysans.

L'équipe de mission désire souligner que:

L'accord entre le Canada et le Pérou doit être établi très rapidement (avant octobre 1976) pour que les budgets affectés au projet par la D.G.A. soient dégagés par le Gouvernement péruvien.

BIBLIOGRAPHIE

- (1975), Plan Nacional de Desarrollo 1975-1978. Republica Peruana, Presidencia de la Republica. Lima.
- (1975), Stratégie de coopération au développement international 1975-1980. ACIDI.
- BINNIE & PARTNERS (1975): Water Transfer from the Upper Catchment of the River Mataro to Lima. 6 Vols., London-Lima.
- BUENROSTRO H., C. (1971) Manejo de Cuencas. Prevención y Control de la Contaminación del Agua. I Seminario latinoamericano sobre la Evaluación sistemática de Recursos de Tierras y Aguas. Mexico, p.427-452.
- CENDRET (1971) Plan of Operation: Centro de Drenajé y Recuperación de Tierras 1971-1974. Lima.
- CHANDUVI A., F. (1973) Calculos de salinidad y de excesos de sodio intercambiable en suelos degradados, p.331. Symposium: Evaluación y control de degradación de tierras en zonas aridas de America latina. FAO/PNUD Santiago.
- COLLIN DELAUAUD, Cl. (1973) L'Amérique Latine: Bordas études, 143, Tome II.
- COMERMA, J.A. et al. (1971) Aumento de la productividad agricola a través de los trabajos de conservación de suelos. I Seminario latinoamericano sobre la Evaluación sistemática de Recursos de Tierras y Aguas. Mexico, p.409-426.
- COTAI (1975): Irrigaciones. Servicio de cooperación técnica Alemana en obras de Infraestructura (COTAI), Lima.
- CRUIKCKSHANK, G. (1971) Plan Nacional Hidraulico. I Seminario latinoamericano sobre la Evaluación sistemática de Recursos de Tierras y Aguas. Mexico, p.185-203.
- DELISLE, A. (1974): Gestion de l'eau: optimisation technique et socio-politique de l'utilisation de la ressource-eau d'un bassin. Thèse, INRS-Eau, Québec.
- FEDER, E. & Manger-Cats, S. (1971) Necesidades de una Evaluación de Los Recursos de Tierras y Aguas en Relación con la Reforma Agraria y Colonización. I Seminario latinoamericano sobre la Evaluación sistemática de Recursos de Tierras y Aguas. Mexico, p. 45-75.
- GUAY, D. (1968): La politique d'aménagement des eaux au Québec. Conseil Canadien des Ministres des Ressources, Colloque sur l'eau: documents de référence. Victoria.
- LATINPROJECT, S.A. (1968): Encauzamiento del rio Mantaro. Estudio de factibilidad. Basilea-Lima.

LAVIGNE, J. (1973): L'aménagement intégré de la ressource eau: le plan d'aménagement des eaux du bassin de la rivière Yamaska. Thèse, INRS-Eau, Québec.

MINISTERIO DE AGRICULTURA (s.d.): Plan Nacional de Mejoramiento de Riego-Sierra. D.G.A., DIPRECO, Lima.

MINISTERIO DE AGRICULTURA (1974): Proyecto: Manejo de Cuencas. Documento base para establecer convenio de cooperación técnica internacional. D.G.A., Lima.

MINISTERIO DE AGRICULTURA (1974). Ensayos en Modelo Hidraulico del Proceso de Erosion de la Presa de Mayunmarca-Huaccoto y la Onda de Ruptura en el Rio Mantaro. Oficina General de Ingenieria y Proyectos. Laboratorio Nacional de Hidraulica: Informetecnico no 3-033. Universidad Nacional de Ingenieria.

ONERN (1975a): Inventario, evaluación y uso racional de los recursos naturales de la zona sur del departamento de Cajamarca. 2 vol. Lima.

ONERN (1975b): Inventario y evaluación de los recursos naturales de la zona del proyecto Marcapomacocha. 2 vol. Lima.

ONERN y OEA (1974): Lineamientos de política de conservación de los recursos naturales renovables del Peru. Lima.

POHORYLES, S. (1975): Agricultural adjustment in semi-arid areas: case study of Israel. Tel Aviv University and Ministry of Agriculture,

SHANER, W.W. and Ross (1975): Water Resources projects to aid Peasant Farmers in the Peruvian Sierra. (Technical, Economic and Financial Analyses)

SISTEMA DE DEFENSA CIVIL (1975): Daños causados por fenomenos naturales. Defensa Civil, año 2, no. 3.

SPAFFORD, G. et Ouellet, G. (1975): Report on Watershed Management in the Sierra Region of Peru. CIDA.

TAKAMIYA, K. (1971) Rol del Desarrollo de Recursos de Aguas en la futura Producción agricola en America latina. I Seminario latinoamericano sobre la Evaluación sistematica de Recursos de Tierras y Aguas. Mexico, p. 371-390.

VILLARREAL G.,A. (1971): Plan nacional de pequeña irrigación. I Seminario latinoamericano sobre la Evaluación sistematica de Recursos de Tierras y Aguas. p. 205-248.

VILLENEUVE, J.P. et al (1975) : Méthodologie d'aménagement de la ressource eau. Rapport au Ministère des Richesses naturelles du Québec. INRS-Eau, Québec.

ANNEXE A



" FEMME MANOEUVRANT LA VANNE D'UN RESERVOIR D'IRRIGATION "
d'après le chroniqueur Felipe Guaman Poma de Ayala.

ANNEXE A

CALENDRIER DE LA MISSION

VOYAGE A LIMA, PEROU, DU 19 JUIN 1976 AU 3 JUILLET 1976

Bernard Bobée, Louis Rousseau et Jean-Pierre Villeneuve

CALENDRIER DE LA MISSIONSamedi le 19 juin

6:00 heures Départ pour l'aéroport de Québec
7:00 heures Départ de Québec
9:00 heures Départ de Montréal
12:15 heures Arrivée à Miami
13:00 à 18:00 heures: Vol pour Lima retardé
24:00 heures Arrivée à Lima
01:30 heures Arrivée au Sheraton de Lima

Dimanche le 20 juin

16:00 à 20:00 heures: Etablissement du programme de travail
(groupe complet). Discussion cadre logique.

Lundi le 21 juin

09:00 heures Contact du groupe avec G. Bourgeois (ACDI).
09:30 heures Réunion à l'Ambassade avec G. Bourgeois et
L. Desrochers (ACDI).
10:30 heures Réunion du groupe avec l'équipe péruvienne de la D.G.A.
11:30 heures Rencontre du groupe avec le directeur général
des Eaux, J. Guerra Tovar.
13:00 heures Repas d'accueil
15:00 à 18:00 heures: Réunion de travail - Présentation générale de
la Direction générale des Eaux et des problèmes
reliés au projet par l'équipe péruvienne
(MM. Oberti, Cubillas et Lizarraga).

Mardi le 22 juin

- 09:00 heures Direction générale des Eaux
- 10:00 à 12:30 heures: Visite de l'ONERN par le groupe.
- 14:00 heures a) Gilbert Sylvestre, Louis Rousseau et G. Lizarraga: collecte de l'information au CATASTRO RURAL.
- b) Bernard Bobée, Jean-Pierre Villeneuve, Oberti et Cubillas: collecte de l'information pertinente et réunion à la Direction générale des Eaux.
- 18:00 à 21:00 heures: Réunion de travail du groupe (point sur les activités: Louis Rousseau, Gilbert Sylvestre, Bernard Bobée et Jean-Pierre Villeneuve).

Mercredi le 23 juin

- 09:00 heures Direction générale des Eaux.
- 10:00 heures Réunion du groupe avec l'équipe du SENAMHI. Rencontre avec le Colonel J. Lumbreras, le Commandant J. Del Mar, le Dr V. Ponce (météorologie), Luis Brea (hydrologie) et Fedor Morales (statistiques).
- 11:00 à 13:00 heures: a) Gilbert Sylvestre et Louis Rousseau: Direction générale des Eaux.
- b) Bernard Bobée, Jean-Pierre Villeneuve et Luis Oberti: discussion avec l'équipe du SENAMHI.
- 14:00 à 16:00 heures: Bernard Bobée et Jean-Pierre Villeneuve: réunion avec Johanes Oosterkamp de la Direction générale des Eaux.
- 16:00 à 17:00 heures: Bernard Bobée, Jean-Pierre Villeneuve, L. Oberti et G. Cubillas: réunion à la Direction générale des Eaux.
- 17:00 à 19:00 heures: Bernard Bobée, Jean-Pierre Villeneuve, Luis Oberti et G. Cubillas: réunion avec Arturo Valverde, ingénieur en chef au Mantaro de l'INIE.
- 14:00 à 19:00 heures: Gilbert Sylvestre et Louis Rousseau: discussion avec G. Lizarraga de la Direction générale des Eaux.

Jeudi le 24 juin (Après-midi férié: Fête du paysan)

- 09:00 à 13:00 heures: Louis Rousseau: étude de documents à l'ONERN et rencontre avec C. Zamora, directeur exécutif des études intégrées.
- 09:00 à 13:00 heures: Bernard Bobée, Jean-Pierre Villeneuve et Luis Oberti: étude de documents à la Direction générale des Eaux.
- 11:00 heures Gilbert Sylvestre rejoint Louis Rousseau à l'ONERN.
- 14:00 à 16:00 heures: Louis Rousseau et Gilbert Sylvestre: discussion sur le cadre logique.
- 14:00 à 16:00 heures: Jean-Pierre Villeneuve: étude de documents au Sheraton.
- 13:30 à 16:00 heures: Bernard Bobée: déjeuner et discussion avec Luis Oberti.
- 16:00 à 18:00 heures: Réunion du groupe au Sheraton: préparation du voyage sur le terrain.

Vendredi le 25 juin

- 06:30 heures Départ du voyage sur le terrain.
- 12:00 à 13:00 heures: Déjeuner au SAIS de Pachacayo.
- 13:00 à 18:00 heures: Visite du Bassin versant du Mantaro.
- 18:30 heures Arrivée à Huancayo.

Samedi le 26 juin

- 09:00 à 12:00 heures: Bernard Bobée, Louis Rousseau et Jean-Pierre Villeneuve: réunion avec Arturo Valverde de l'INIE, au bureau de l'INIE à Huancayo. Discussion sur le glissement de terrain de Huacoto.
- 14:00 à 20:00 heures: Retour à Lima.

Dimanche le 27 juin

10:00 à 12:30 heures: Bernard Bobée, Louis Rousseau et Jean-Pierre Villeneuve: étude de documents.

15:00 à 18:30 heures: Bernard Bobée, Louis Rousseau et Jean-Pierre Villeneuve: synthèse des activités de la semaine.
Préparation des rencontres de la semaine suivante.

Lundi le 28 juin

09:00 à 13:00 heures: Bernard Bobée, Louis Rousseau et Jean-Pierre Villeneuve: visite de l'Université Nationale d'Ingénieurs (UNI). L. Carrasco R., secrétaire général de l'UNI. Visite du département d'hydraulique et rencontre avec le directeur du département et le Dr Ibanez.

14:00 à 18:00 heures: Visite de l'Université agraire de la Molina par Louis Rousseau; rencontre avec J. Velazco, directeur du département des Ressources en Eau et en Sol.

14:00 à 15:00 heures: Bernard Bobée et Jean-Pierre Villeneuve: discussion avec Luis Oberti de la Direction générale des Eaux.

15:00 à 18:00 heures: Etude de documents à la Direction générale des Eaux.

Mardi le 29 juin (Jour férié: Fête de St-Pierre et de St-Paul)

09:00 à 12:30 heures: Bernard Bobée, Louis Rousseau et Jean-Pierre Villeneuve: étude des documents de BINNIE and Partners et de Latinproject S.A., au Sheraton.

12:30 à 14:30 heures: Jean-Pierre Villeneuve: rencontre avec M.G. Bourgeois et L. Desrochers pour faire le point sur la mission.

12:30 à 15:00 heures: Bernard Bobée et Louis Rousseau: déjeuner avec Luis Oberti.

15:00 à 18:00 heures: Bernard Bobée et Louis Rousseau: visite de la Vallée du RIMAC avec Luis Oberti.

15:30 à 18:00 heures: Jean-Pierre Villeneuve: étude de documents de BINNIE and Partners au Sheraton.

Mercredi le 30 juin

- 09:00 à 12:00 heures: Bernard Bobée, Louis Rousseau et Jean-Pierre Villeneuve: réunion avec Alcedan La Cruz, directeur, Laboratorio de Mecanica de Suelos, Oficina General de de Ingenieria y Proyectos, Ministerio de Agricultura, et Laboratorio Nacional de Hidraulica.
- 12:00 à 14:00 heures: Réunion du groupe: Bernard Bobée, Louis Rousseau et Jean-Pierre Villeneuve.
- 15:00 à 16:30 heures: Gilbert Sylvestre et Louis Rousseau: visite à la sous-direction Agrologie (C. Arana M. et L. Cueto D.).
- 16:30 à 17:00 heures: Gilbert Sylvestre et Louis Rousseau: visite à la sous-direction de Réhabilitation des Terres. Rencontre avec C. Matos C., sous-directeur.
- 15:00 à 17:00 heures: Bernard Bobée, Jean-Pierre Villeneuve et Luis Oberti: rencontre avec le directeur des Eaux souterraines, W. Gayoso.
- 17:00 à 19:00 heures: Gilbert Sylvestre et Louis Rousseau: discussion avec Hernandez (projet MERIS) et avec Oosterkamp (D.G.A.)
- 17:00 à 19:00 heures: Bernard Bobée et Jean-Pierre Villeneuve: discussion de travail avec Luis Oberti.

Jeudi le 1 juilletETAT D'URGENCE ET COUVRE-FEU (Fermeture des bureaux décrétée)

- 09:00 à 12:00 heures: Bernard Bobée, Louis Rousseau et Jean-Pierre Villeneuve: réunion de travail au Sheraton.
- 12:30 à 14:00 heures: Bernard Bobée, Louis Rousseau et Jean-Pierre Villeneuve: Ambassade: rencontre avec D. Green, gérant de BINNIE and Partners à Lima.
- 14:00 à 15:00 heures: Bernard Bobée, Louis Rousseau et Jean-Pierre Villeneuve: discussion avec D. Green et H. Becerra de BINNIE and Partners.
- 15:30 à 16:00 heures: En raison des événements, réaménagement de la réunion de synthèse.

Jeudi 1 juillet (suite)

- 16:00 à 18:00 heures: Bernard Bobée, Louis Rousseau et Jean-Pierre Villeneuve: réunion à la Direction générale des Eaux avec J. Lostao et L. Oberti.
- 18:00 à 19:00 heures: Rassemblement des documents à apporter au Québec.
- 19:30 heures Réception à l'Ambassade avec les représentants des différents organismes péruviens qui ont été visités par la mission.

Vendredi le 2 juillet

ETAT D'URGENCE ET COUVRE-FEU (Fermeture des bureaux décrétée)

- 09:00 à 12:00 heures: La réunion prévue avec J. Guerra T. et les rencontres à l'UNESCO et au FAO sont annulées en raison des événements.
- 12:00 à 15:00 heures: Bernard Bobée, Louis Rousseau et Jean-Pierre Villeneuve: repas chez J. Lostao E. avec Luis Oberti I.
- 15:30 à 18:00 heures: Bernard Bobée, Louis Rousseau et Jean-Pierre Villeneuve: réunion de synthèse au Sheraton avec G. Bourgeois et L. Desrochers.
- 20:00 à 01:00 heures: Attente à l'aéroport.

Samedi le 3 juillet

- 01:00 heure Départ de Lima.
- 08:00 heures Arrivée à Miami.
- 08:00 à 12:00 heures: Attente à l'aéroport.
- 12:15 heures Départ de Miami.
- 17:05 heures Départ de Montréal.
- 17:45 heures Arrivée à Québec.

ANNEXE B



" FEMME MANOEUVRANT LA VANNE D'UN RESERVOIR D'IRRIGATION "
d'après le chroniqueur Felipe Guaman Poma de Ayala.

ANNEXE B

VISITES

RENCONTRES EFFECTUEES A LA DIRECTION GENERALE DES EAUX (D.G.A.)

Les lundi 21, mercredi 23, jeudi 24, lundi 28,
mercredi 30 juin et le jeudi 1 juillet 1976

Personnes rencontrées

Au cours de nos différentes réunions et discussions, nous avons eu l'occasion de rencontrer plusieurs personnes de la D.G.A. impliquées de près ou de loin dans le cadre du projet "Gestion de bassins". Nous avons eu en particulier des contacts plus étroits ou des discussions plus précises avec:

M. J. Guerra T.	Directeur général des Eaux (D.G.A.)
M. J. Lostao E.	Directeur de la Direction de Préservation et de Conservation (DIPRECO)
Dr L. Oberti I.	Directeur de la Sous-Direction Gestion de bassins
M. G. Cubillas	Chef de la division Aménagement de bassins
M. A. Lizarraga	Ingénieur de la D.G.A.

Nous avons également pu rencontrer d'autres personnes de la D.G.A. qui ne sont pas impliquées directement dans le projet mais dont les activités pourraient constituer un support à l'éventuel projet de la Sous-Direction Gestion de bassins dirigée par le Dr Oberti. Ces visites qui font l'objet de rapports séparés, ont eu lieu avec:

M. W. Gayoso P.	Direction des Eaux souterraines et superficielles
MM. C. Arana M. et L. Cueto D.	de la sous-direction d'Agrologie
M. J. Oosterkamp	Conseiller en Irrigation à la D.G.A., Asistencia Tecnica Alemana.
M. E. Fernandez V.	Directeur du Bureau de coordination du Projet MERIS (Mejoramiento del Riego en la Sierra).

Caractéristiques de la Direction générale des Eaux

La Direction générale des Eaux (D.G.A.) fait partie du ministère de l'Agriculture. Plusieurs directions sont rattachées à la D.G.A. en particulier la Direction de Préservation et Conservation (DIPRECO)

dirigée par M. Lostao dont dépend la Sous-direction Gestion de bassins, dirigée par le Dr Oberti qui est principalement concernée par le projet de l'ACDI (voir organigramme 1). La sous-direction Gestion de bassins comprend elle-même plusieurs divisions (voir organigramme 2) :

- Agrologie;
- Réhabilitation des terrains;
- Gestion de bassins;
- Irrigation et drainage.

Types d'activités de la Sous-direction "Gestion de bassins"

La DIPRECO a pour objectif de base d'étudier et de formuler la politique et les priorités d'action qu'impliquent la préservation et la conservation de l'eau et du sol, liées à une utilisation rationnelle des ressources hydrologiques de la côte, de la Selva et de la Sierra. La Sous-direction "Gestion de bassins" qui serait principalement impliquée par le projet de l'ACDI, a pour mission de fournir les normes techniques au niveau national pour l'ordonnancement, la mise en valeur et la protection des bassins hydrologiques dans le but d'une utilisation rationnelle des ressources sol et eau. A titre d'exemple, cette sous-direction a effectué en 1973-74 les projets suivants:

- Assistance technique pour apporter des solutions aux problèmes d'alimentation en eau d'irrigation qui se présentent dans les zones rurales de la Sierra;
- Plantations forestières dans les zones proches de Lima (effectué en coopération avec la Direction générale des Forêts);
- Dans la zone pilote de Cumbie, les activités concernent l'étude de l'état des sols, des cultures et de la végétation pour établir des systèmes plus adéquats de protection des sols et de gestion de l'eau dans le cadre de l'aménagement de ce secteur pilote.

Cadre général des rencontres et discussions

Les multiples rencontres et discussions que nous avons eues visaient en particulier à:

- nous familiariser avec la structure générale de la D.G.A., son fonctionnement et ses activités, principalement pour la direction de Préservation et de Conservation (DIPRECO) et la Sous-direction Gestion de bassins;
- identifier l'ensemble des problèmes reliés à l'aménagement et la gestion des bassins dans la Sierra;
- nous sensibiliser à la perception de l'équipe péruvienne concernant les objectifs du projet d'aménagement de bassins;
- discuter des critères de choix des bassins pilotes;
- évaluer les disponibilités de la D.G.A. principalement en personnel pour assurer la contre-partie péruvienne du projet;
- identifier les besoins de formation aux différents niveaux où ils seront nécessaires dans le cadre du projet;
- obtenir l'information disponible en particulier dans le but d'évaluer les données existantes et leur qualité.

Détails des rencontres

De nombreuses rencontres et discussions tant formelles qu'informelles ont eu lieu entre l'équipe de mission et des personnes de la D.G.A.. Ici, nous effectuons la synthèse des rencontres que nous avons eues et des principaux points discutés.

a) Réception officielle de la mission à la D.G.A.

Après avoir remercié l'équipe de mission de l'intérêt porté aux problèmes liés à l'aménagement et la gestion des bassins de la Sierra, M. Guerra T., directeur général, nous a fait part des grands objectifs de la D.G.A. et a brossé un tableau concis des problèmes causés par une utilisation non planifiée de l'eau. Il a de plus insisté sur l'urgence d'un développement plus coordonné des ressources sol et eau pour optimiser l'efficacité des actions entreprises, afin de réduire la dépendance péruvienne en matière d'importation de produits alimentaires.

Après nous avoir rappelé les ressources financières et humaines limitées de la D.G.A. et du pays, M. Guerra T. nous a remercié de notre présence en terre péruvienne. M. Rousseau, au nom de l'équipe canadienne, remercia M. Guerra de son accueil et lui souligna l'intérêt de l'ACDI à participer à la solution des problèmes rencontrés dans la Sierra.

A cette rencontre, assistaient MM. Bourgeois et Desrochers de l'ACDI ainsi que MM. Iostao, Oberti et Lizarraga de la D.G.A.

b) Présentation générale de l'étude des bassins pilotes de la Sierra

La Sierra est une source importante d'aliments de base (orge, maïs, blé et légumes) et de produits d'élevage, source d'alimentation qui actuellement est encore sous-exploitée; c'est pourquoi, dans le cadre du Plan national péruvien, le développement de la Sierra apparaît comme une priorité économique et sociale et ce pour différentes raisons:

- la Sierra est sous-développée par rapport à la Côte dont la richesse relative s'explique par l'existence de grandes propriétés bien développées, où la production de riz, coton et sucre contribue à l'entrée de devises étrangères par l'exportation;

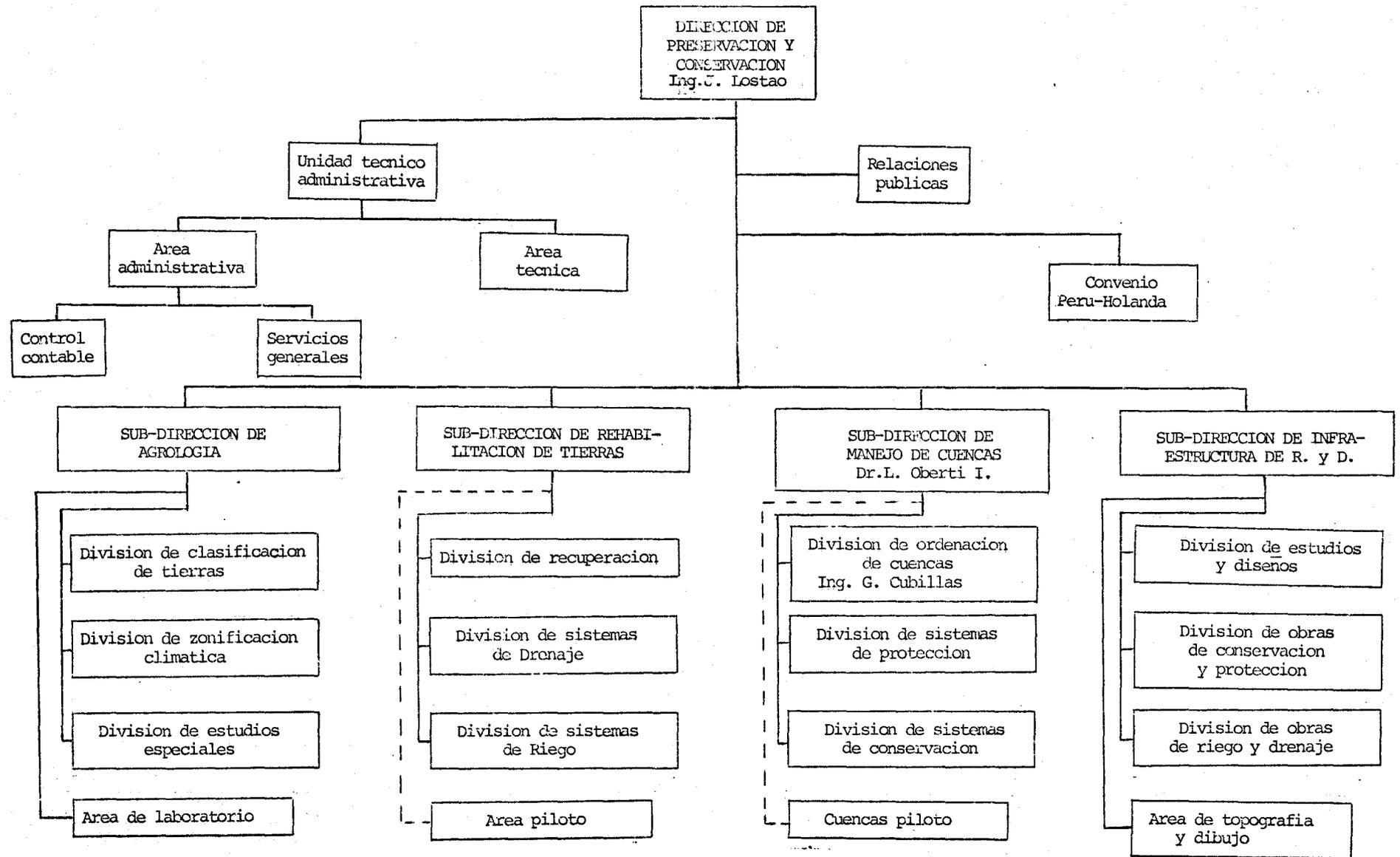
- le développement de la Sierra a été limité en raison de sa topographie très accidentée, ce qui se traduit par des problèmes agricoles beaucoup plus complexes que sur la Côte.

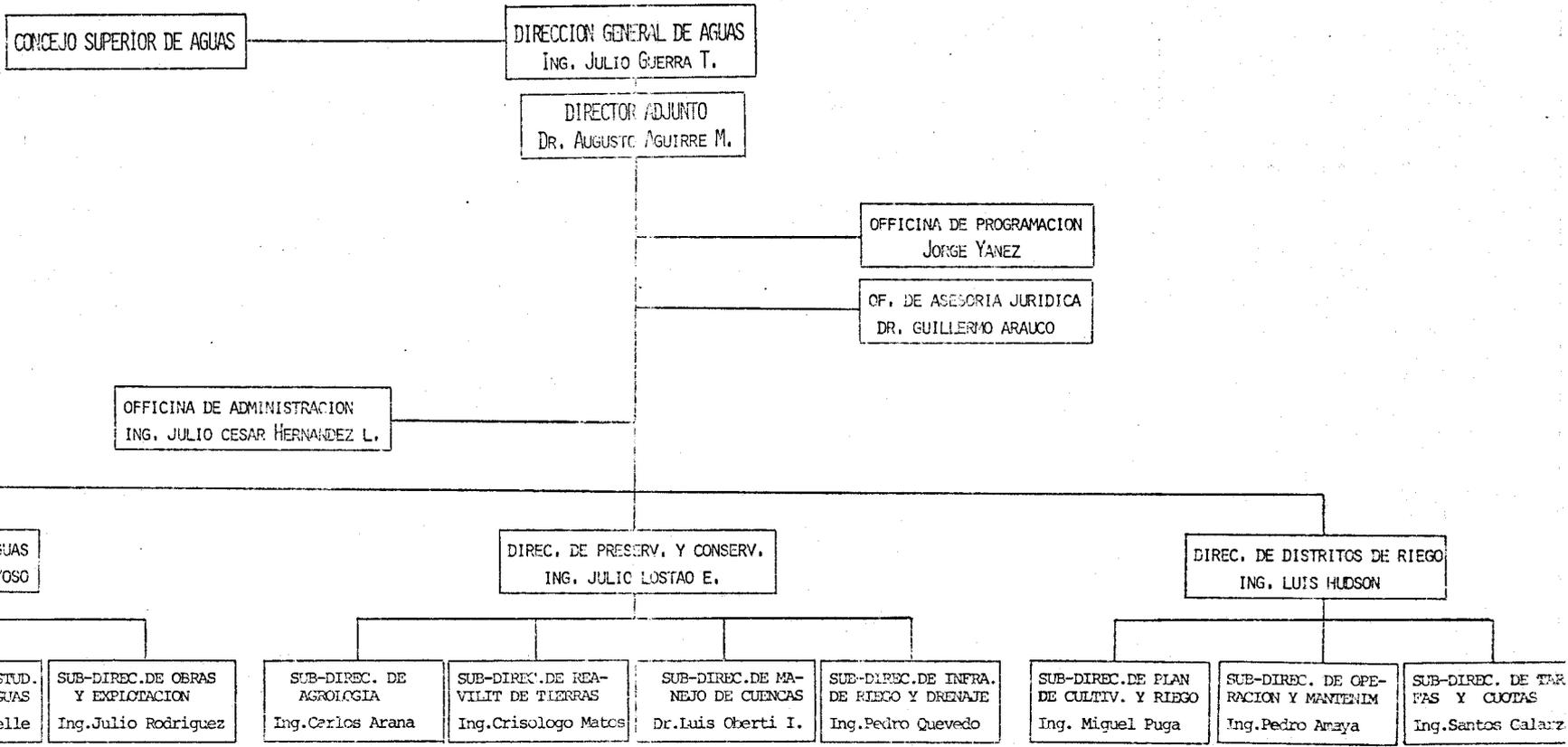
De plus, il en résulte des difficultés de communication très grandes donc des problèmes de mise en marché, des coûts de transport élevés, ce qui contribue à réduire les revenus;

- la culture des sols en montagne ne peut se faire que pendant quatre mois et il existe peu de projets qui permettent de prolonger cette période; ce qui se traduit socialement par une démotivation de la population montagnarde qui ne trouve du travail de culture que 4 mois par année;
- la richesse relative de la Côte qui implique des salaires plus élevés exerce une attraction sur la population de la Sierra, ce qui a pour effet:
 - . d'entraîner une migration importante de la Sierra vers la Côte;
 - . d'engendrer des problèmes de pauvreté et de chômage dans les grandes villes incapables d'assimiler ce surplus de population; d'où un climat social et politique difficile;
 - . d'accroître la pauvreté de la Sierra en raison de l'abandon des terres et de la perte de main d'oeuvre.

Ces raisons associées au constat de la baisse de production qui fait suite à la réforme agraire et à la migration de populations, justifient et expliquent l'intérêt porté actuellement au développement de la Sierra par les responsables du pays et plus particulièrement par la D.G.A.

Pour appuyer la réforme agraire, le Gouvernement péruvien se prépare à voter une loi de régionalisation de l'administration qui s'ajoutera à la loi de préservation du territoire agricole.





Face à cette volonté clairement exprimée de développer la Sierra, nos interlocuteurs de la DIPRECO ont souligné que ce développement doit cependant être effectué de manière ordonnée et optimale en raison des ressources limitées de cette région. Ceci concerne en particulier la ressource eau qui dans son état naturel apparaît le principal facteur limitant le développement de la région. Cette ressource bien que relativement abondante en quantité est très mal distribuée dans le temps puisque la période sèche dure huit (8) mois alors que la période humide, en raison de l'intensité des précipitations, cause plusieurs problèmes tels que l'érosion, la sédimentation et l'inondation des basses zones de la Sierra.

C'est pourquoi un aménagement intégré du potentiel hydraulique apparaît comme la solution adéquate aux responsables de la D.G.A. puisqu'il permettrait à la fois une meilleure distribution dans le temps de la ressource eau et un contrôle des problèmes relatifs à la saison des pluies et qu'il contribuerait à régler les problèmes de la saison sèche (alimentation en eau, pollution, etc..).

Il ressort de nos discussions qu'en raison de son manque d'expérience dans l'utilisation et l'application des techniques et méthodes d'aménagement intégré de bassins, l'équipe péruvienne souhaite d'une part acquérir ces techniques et d'autre part les expérimenter dans le cadre de bassins pilotes de la Sierra.

Les responsables du groupe de gestion de bassins ont sélectionné les bassins du MANTARO et de CAJAMARCA à cette fin et pour les raisons suivantes:

- leur facilité d'accès à l'intérieur de la Sierra et leur contact avec les zones urbanisées de la région côtière;
- la quantité d'information disponible et d'études déjà effectuées sur ces bassins, nettement plus importante que sur les autres bassins de la Sierra;

- la variété des types de problèmes interreliés qui y sont rencontrés;
- le potentiel de ces régions déjà identifié de manière sommaire permet de prévoir une application immédiate de la méthodologie développée;
- leur caractère représentatif de l'ensemble des bassins de la Sierra qui permettra l'extension des résultats de l'étude à ses autres bassins;
- la population importante qui sera touchée par ces travaux.

A ces raisons générales, on doit ajouter que:

- dans le cas de CAJAMARCA, le développement prévu des ressources minières et le profond impact socio-économique qui en résultera, nécessitent un développement régional intégré;
- dans le cas du MANTARO, l'objectif principal est de redonner au bassin l'état de développement qu'il a déjà connu.

De l'avis des responsables de la DIPRECO, cette étude devrait mettre en valeur le potentiel des régions concernées en:

- augmentant la productivité par une meilleure utilisation de l'eau dans le temps et l'espace;
- diminuant la mobilité de la population et en freinant l'exode vers les zones urbanisées.

Ce qui se traduira nécessairement par un accroissement du revenu moyen donc du niveau de vie.

c) Réunion de bilan

Cette réunion avait pour buts de faire le bilan de nos discussions à la D.G.A. et de faire ressortir la conception qu'ont nos interlocuteurs péruviens de l'étude projetée.

M. Lostao, directeur de la DIPRECO, a souligné qu'il ne s'agissait pas, selon lui, d'une étude où l'on devrait construire des ouvrages mais plutôt où l'on devrait élaborer conjointement une méthodologie permettant, en tenant compte des usages conflictuels de l'eau et des problèmes posés par l'utilisation de cette ressource, d'effectuer la gestion intégrée des ouvrages existants et la planification optimale des ouvrages à implanter.

De plus, M. Lostao a insisté, dans le cadre du développement de la sous-direction "gestion de bassins", dirigée par M. Oberti, sur la nécessité pour les ingénieurs de cette sous-direction de se familiariser avec les techniques d'aménagement intégré, de les appliquer conjointement dans le cas du MANTARO et de CAJAMARCA afin de pouvoir mettre en cause l'expertise acquise sur les autres bassins du Pérou.

M. Lostao nous a de plus mis au courant de l'expérience de formation qu'il a vécue dans le cadre du projet CENDRET (Centre de Drainage et de Récupération des terres) qu'il dirigeait. Ce projet qui avait pour but la formation de spécialistes péruviens et sud-américains a dans une première phase été effectuée en collaboration avec la Hollande puis pris totalement en charge par les péruviens.

M. Lostao a souhaité répéter cette fructueuse expérience dans le domaine de la gestion intégrée de bassins, et a souligné qu'il était très favorable à la participation d'experts péruviens autres que ceux de la D.G.A. Nous avons finalement abordé l'aspect de la contrepartie péruvienne du projet tant du point de vue des ressources humaines que financières; M. Lostao nous a indiqué que les budgets à cet effet ont été prévus et que ces montants deviendront disponibles advenant une entente CANADA-PÉROU.

d) Autres rencontres

Plusieurs autres rencontres formelles et informelles ont eu lieu avec les différents membres de la D.G.A. qui seraient impliqués dans l'étude. Nous ne discuterons pas en détail de ces rencontres car elles n'ont servi qu'à préciser les points abordés dans les autres rencontres effectuées à la D.G.A. décrites ailleurs. Ces informations plus particulières que nous avons recueillies lors de ces rencontres sont mentionnées dans d'autres parties de ce rapport.

VISITE A LA DIRECTION DES EAUX SOUTERRAINES (D.G.A.)

Le mercredi 30 juin

Personne rencontrée

M. W. Gayoso P., directeur.

Caractéristiques de l'organisme

La Direction des eaux souterraines qui dépend de la Direction générale des eaux du ministère de l'Agriculture effectue des études pour la recherche et l'utilisation des eaux souterraines. Cette direction comprend trois sous-directions:

- sous-direction des inventaires;
- sous-direction des études et recherches;
- sous-direction des ouvrages et de leur exploitation.

Types d'activités de l'organisme

La direction des eaux souterraines centralise l'ensemble des données en eaux souterraines et effectue tous les relevés d'eaux souterraines. De plus, c'est cette direction qui autorise le forage des nouveaux puits, fixe les normes d'exploitation et contrôle la qualité de ces eaux. La direction des eaux souterraines est équipée:

- d'un laboratoire de modèles analogiques pour la simulation des nappes;
- un ordinateur P.D. 11-40 (28K) pour le stockage, le traitement des données et l'utilisation de modèles mathématiques;
- un laboratoire d'analyse granulométrique et d'analyses chimiques où en plus des données de qualité de l'eau souterraine, on effectue le contrôle des données de qualité d'eaux superficielles (à l'exception des paramètres bactériologiques).

Cadre général de la rencontre

Au cours de cette rencontre, nous avons pour buts:

- d'identifier les caractéristiques de la direction;
- d'évaluer l'importance de l'utilisation de l'eau souterraine au Pérou et les problèmes posés par cette utilisation;
- d'identifier les études effectuées et en cours;
- d'évaluer les données actuellement disponibles ou qui le seront à court terme dans La Sierra.

Détails de la rencontre

Au cours de la discussion portant sur l'organisation générale de cette direction, nous avons appris que cet organisme était le seul qui s'occupait des problèmes et de l'acquisition des données d'eaux souterraines, qu'il était bien pourvu et auto-suffisant en personnel scientifique et technique compétent (15 professionnels).

En ce qui concerne l'équipement de terrain, la seule lacune constatée a trait à l'équipement de forage pour lequel la direction doit faire appel soit à des compagnies privées, ce qui contribue à augmenter les coûts de l'exploration et de la production, soit à des gouvernements étrangers (accord avec le gouvernement chinois).

En raison de l'importance de l'utilisation de l'eau souterraine sur la côte et des problèmes potentiels d'intrusion saline, de nombreuses études ont été effectuées dans cette région. Dans la Sierra, les études sont beaucoup plus dispersées mais existent en particulier dans la région de Huancayo.

Dans cette région, une dizaine de puits servent à l'alimentation de la ville de Huancayo. Les eaux souterraines de cette région sont de bonne qualité (pas de pollution de nappe) mais leur exploitation peut être délicate en raison de caractéristiques géologiques. Le potentiel de la région qui semble très important et nettement sous-exploité doit sans faute être pris en compte dans le cadre d'aménagements intégrés. M. Gayoso s'est d'ailleurs montré très favorable à une collaboration dans le cadre du projet de l'ACDI.

VISITE A LA SOUS-DIRECTION DE REHABILITATION
DES TERRES DE LA DIPRECO (D.G.A.)

Le 30 juin 1976

Personne rencontrée

Dr C. Matos C., directeur.

Caractéristiques de l'organisme

Cette sous-direction effectue les études techniques en vue des projets de drainage et d'irrigation.

Types d'activités de la sous-direction

Les travaux ont surtout porté sur la zone côtière, dans le but du contrôle des problèmes de salinisation des sols et dans les environs du lac Titicaca, en collaboration avec la Hollande (projet CENDRET).

Dans la Sierra, peu d'études ont été réalisées à date et on prévoit qu'il faudra encore environ 5 ans pour l'étude des problèmes de Cajamarca, de Cuzco et du Mantaro. Dans ce dernier bassin, près de 2,000 ha. seulement ont été étudiés pour le drainage surtout en vue d'irrigation.

VISITE A LA SOUS-DIRECTION D'AGROLOGIE
DE LA DIPRECO (D.G.A.)

Le 30 juin 1976

Personnes rencontrées

Ing. C. Arana M., directeur.

Dr L. Cueto D., sous-directeur.

Caractéristiques de l'organisme

Cette sous-direction effectue l'inventaire, au niveau des vallées, de l'aptitude des sols. Elle comporte la division de la classification des sols et celle des études spéciales.

Types d'activités de la sous-direction

Utilisant les plans de base réalisés par le Catastro rural, la sous-direction complète les travaux exécutés par l'ONERN. A l'heure actuelle, 800,000 ha. ont été inventoriés et cartographiés sur un total de 1,000,000 ha.

Les documents produits utilisent comme base les classes d'aptitude à l'irrigation des U.S.A., adaptées aux vallées du Pérou. Les cartes présentent la zonation des cultures en fonction des micro-climats et des relations avec l'eau; de nombreux contrôles sont effectués sur le terrain et en laboratoire en vue d'établir les caractéristiques hydriques des sols. Un des buts de la cartographie réalisée par cette sous-direction est de regrouper les sols dans un but d'irrigation.

L'étude de la vallée du Mantaro n'est pas encore faite.

VISITE A LA DIRECTION GENERALE DE L'IRRIGATION

Le mercredi 30 juin

Personne rencontrée

A. Alcedan La Cruz, directeur des recherches appliquées, directeur du Laboratoire National d'Hydraulique.

L'unique objet de cette visite était de discuter des problèmes de mécanique des sols rencontrés dans La Sierra.

Monsieur Alcedan La Cruz après nous avoir décrit de manière générale le type de recherches effectuées sur les structures hydrauliques, en géologie, a longuement insisté sur l'étude sur modèle réduit qui a eu lieu au Laboratoire National d'Hydraulique lors du glissement de terrain catastrophique du MANTARO (voir rencontre avec M. Valverde de l'INIE).

Ce glissement de terrain de 2 milliards de mètres cubes qui touchait la zone de Huacoto a créé un barrage naturel important sur le cours du MANTARO et l'objet de l'étude était d'examiner si ce barrage naturel pouvait résister ou devait ne pas tenir.

Il s'agissait en fait d'une étude qui a débuté après que le glissement ait eu lieu et qui devait donner des résultats très rapidement, en raison de l'importance socio-politique des décisions à prendre.

Selon M. Alcedan, le modèle réduit a parfaitement permis de prévoir l'écroulement du barrage.

Nous avons ensuite pu obtenir plusieurs documents pertinents à ces problèmes de glissement qui affectent de manière périodique toute la cordillère des Andes.

RENCONTRE AVEC M. OOSTERKAMP (D.G.A)

Le 23 juin 1976

Monsieur Oosterkamp, actuellement conseiller en Irrigation à la D.G.A., a participé à des projets de coopération technique Allemagne-Pérou.

Au cours de notre rencontre, nous avons discuté des points intéressants à examiner lors de notre visite dans le Mantaro; M. Oosterkamp connaît bien cette région où il a participé à plusieurs projets d'irrigation dans la région de Huancayo.

Nous avons également obtenu de M. Oosterkamp des rapports techniques concernant plusieurs projets de coopération technique, exécutés ou prévus entre le Pérou et l'Etranger, relatifs à la région du Mantaro:

- Projet d'alimentation en eau du Grand-Lima à partir du Mantaro: Coopération avec l'Angleterre (Compagnie BINNIE);
- Projet de Canalisation du Mantaro pour éviter l'érosion des berges (Compagnie LATIN-PROJECT);
- Projets d'irrigation dans les régions de Huancayo et Cajamarca (USAID) encore au stade exploratoire.

Au cours de cette rencontre, nous avons pu discuter des différents problèmes généraux que pose le développement intégré de la Sierra et en particulier des aspects socio-économiques.

VISITE AU BUREAU DE COORDINATION DU PROJET "MERIS"

(DIPRECO, D.G.A.)

Le 30 juin 1976

Personnes rencontrées

Dr E. Fernandez V., directeur du Bureau.

Dr Oosterkamp, conseiller technique.

Caractéristiques de l'organisme

Ce Bureau a été formé dans le but d'assurer la coordination des activités de la DIPRECO pour la réalisation du projet MERIS (Amélioration de l'irrigation de la Sierra).

Types d'activités du Bureau

Dans le cadre du "Plan National d'amélioration de l'irrigation dans la Sierra", ce Bureau effectue surtout les études économiques liées au projet MERIS en vue d'assurer son financement.

Le Bureau effectue aussi des études sur le système de taxation de l'eau d'irrigation.

Détails de la visite

Nous avons pu établir avec M. Fernandez que la philosophie sous-jacente à la réalisation du projet MERIS était d'amener la population de la Sierra à investir son labour: le haut taux de chômage fait de cette population des consommateurs non productifs. Le travail porte donc sur la dynamisation de cette main d'oeuvre par l'organisation, la conviction.

Il ne faut pas compter que cette main d'oeuvre puisse se déplacer massivement pour coloniser la Selva. Comme la population de la Sierra dépasse 6,000,000 d'habitants, il est urgent de la rendre productrice pour mettre un terme aux importations de nourriture: en 1975, le pays a dû importer pour 15,000 millions de soles (\$350 millions U.S.) principalement en produits laitiers, huiles, boeuf, riz, maïs, fèves et blé.

A cause des coûts élevés du transport des produits de la Selva vers la Sierra ou la Côte, il ne faut pas compter solutionner le problème alimentaire par le développement de la Selva.

Quant au projet MERIS, dont la première étape s'étendra sur la période 1977-1981, et sera centrée sur les vallées de Cajamarca et du Mantaro, on prévoit un financement d'environ \$11 millions U.S. de AID et autant en contre-partie du Pérou sous forme de salaires et d'administration. La superficie touchée sera de 22,000 ha. dans les vallées mentionnées, ce choix étant justifié par l'existence des données et parce que les fermiers sont mieux organisés qu'ailleurs dans la Sierra. Une des composantes importantes du projet est l'extension aux autres vallées de la Sierra.

La deuxième étape du projet MERIS s'étendra sur environ 40 années, le potentiel de la Sierra étant estimé à 500,000 ha.

VISITE A L'ONERN (OFICINA NACIONAL DE EVALUACION DE RECURSOS NATURALES)

Le mardi 22 juin 1976

Personnes rencontrées

Mr J. Lizarraga Reyes, Directeur général

Mr C. Zamora Jimeno, Directeur exécutif des études intégrées.

Mr Calderon, chef, division Hydrologie

Mr R. Bao Enriquez, chef, division des sols.

Caractéristiques de l'organisme

L'ONERN, organisme para-public, autonome depuis 1974, a pour mission d'effectuer l'inventaire et l'évaluation globale des ressources naturelles en vue du développement du Pérou. Cet organisme en plus de participer à l'élaboration de la politique d'utilisation et de conservation des ressources naturelles, effectue de nombreuses études intégrées sur les différents bassins du pays avec des objectifs de développement économique et social. L'ONERN collabore avec l'INP (Instituto Nacional de Planificacion) pour l'élaboration de la politique d'utilisation et de conservation des ressources naturelles.

Types d'activités de l'ONERN

L'ONERN a pour but de faire l'inventaire des ressources naturelles du pays en vue d'une meilleure utilisation par et pour l'homme. Lorsque les données existent, elles sont intégrées et dans le cas contraire, l'information est recrée: l'ONERN possède ses propres équipes de recherche. L'action de l'ONERN va jusqu'à suggérer des solutions d'action tenant compte de la préservation du milieu naturel (développement d'infrastructure par exemple).

Par opposition à l'INP qui se préoccupe de la planification globale, c'est-à-dire à un niveau macroscopique, l'ONERN a pour

vocation la micro-planification.

Les extraits de cet organisme sont conservés dans des rapports synthèses effectués bassin par bassin (voir liste en annexe).

Cadre général de la visite

Au cours de cette visite, nous avons cherché à:

- obtenir la perception du directeur général, relative à l'éventuel projet de l'ACDI;
- déterminer le support direct ou indirect que cet organisme pourrait donner au projet;
- identifier et obtenir les travaux de l'ONERN directement utiles à la planification du projet.

Détails de la visite

Après nous avoir exposé le rôle et les particularités de l'organisme qu'il dirige, Mr Lizarraga nous a donné son point de vue personnel sur la sélection de bassins pilotes.

Malgré le peu d'information dont il a eu connaissance sur l'éventuel projet de l'ACDI, Mr Lizarraga croit que les bassins pilotes choisis devraient être représentatifs des trois (3) grandes zones du pays: Costa, Sierra et Selva. Cette opinion s'appuie sur plusieurs éléments:

- Les régions actuellement les plus développées, La Sierra et surtout La Costa, de climat aride ou semi-aride, s'opposent à La Selva qui est soumise à des conditions tropicales;
- l'appauvrissement des terres ainsi que les processus d'érosion dans La Sierra et La Costa justifient un développement plus intensif de La Selva et un élargissement de la frontière économique du pays.

Dans cet esprit, certains bassins de La Costa (Rio Santa, par exemple) ou de La Selva (Tingo Maria et Chancha Mayo), où des données existent et sont de qualité meilleure que dans les autres bassins, pourraient être pris en considération dans le projet. Il est à noter que selon Mr Lizarraga, dans de nombreux cas, les données disponibles sont rudimentaires.

Mr Lizarraga a cependant insisté sur le fait qu'il exprimait une opinion personnelle et qu'en raison des énormes besoins économiques du Pérou, une étude débutant à La Sierra présentait cependant un grand intérêt.

REPUBLICA DEL PERU
 PRESIDENCIA DE LA REPUBLICA
 OFICINA NACIONAL DE EVALUACION DE RECURSOS NATURALES

ONERN
 Noviembre - 1975
ESTUDIOS

EJECUTADOS

Publicados :

- * 1.- TINGO MARIA, TOCACHE Y HUALLAGA CENTRAL
- * 2.- PERENE, SATIPO Y ENE
- * 3.- RIO URUBAMBA
- * 4.- KCOSNIPATA, ALTO MADRE DE DIOS Y MANU
- * 5.- PINO, ZONA I
- * 6.- RIO APURIMAC
- * 7.- RIO PACHITEA
- * 8.- RIO CAMISEA
- * 9.- RIO PERENE (Margen izquierda)
- * 10.- YURIMAGUAS
- * 11.- CHIRIYACU, NIEVA
- * 12.- HUALLAGA CENTRAL Y BAJO MAYO
- * 13.- ALTO MAYO
- * 14.- RIO TAMBO - GRAN PAJONAL
- * 15.- CHANCAY - HUARAL
- * 16.- RIO CAÑETE
- * 17.- VILLA RICA - PUERTO PACHITEA
- * 18.- RIOS SAN JUAN (CHINGHA) Y TOPARA
- * 19.- RIOS SANTIAGO Y MORONA
- * 20.- RIO PISCO
- * 21.- RIO ICA
- * 22.- RIO GRANDE
- * 23.- RIOS SANTA, LACRAMARCA Y NEPEÑA
- * 24.- RIOS CASMA, CULEBRAS Y HUARMEY
- * 25.- RIOS FORTALEZA, PATIVILCA Y SUPE
- * 26.- RIOS INAMBARI Y MADRE DE DIOS
- * 27.- RIO CHICAMA
- * 28.- CALLEJON DE HUAYLAS
- * 29.- RIO MOCHE
- * 30.- BAGUA, JAEN Y SAN IGNACIO
- * 31.- RIOS VIRU Y CHAO
- * 32.- RIO CAMANA - MAJES
- * 33.- RIOS QUILCA Y TAMBO
- * 34.- CALLEJON DE CONCHUCOS
- * 35.- RIOS ACARI, YAUCA, CHALA Y CHAPARRA
- * 36.- RIOS ATICO, CARAVELI Y OCOÑA
- * 37.- MARCAPOMACOCHA

En Publicación :

- 38.- ZONA SUR DEL DEPARTAMENTO DE CAJAMARCA
- 39.- IQUITOS - NAUTA - GENARO HERRERA - COLONIA ANGAMOS
- 40.- CENEPA
- 41.- RIOS CHILCA, MALA Y ASIA
- 42.- SAIS - TUPAC AMARU
- 43.- RIOS MOQUEGUA, LOCUMBA, SAMA Y CAPLINA
- MAPA ECOLOGICO DEL PERU. 2ª APROXIMACION
- SENSORES REMOTOS I

EN EJECUCION

- 44.- ZONA NORTE DEL DEPARTAMENTO DE CAJAMARCA
- 45.- IBERIA - INAPARI
- 46.- PUCALLPA - ABUJAO
- 47.- BAYOVAR
- INVENTARIO DE LAGUNAS
- SENSORES REMOTOS II
- CONTAMINACION Y MEDIO AMBIENTE



VISITE A L'ONERN

Le jeudi 24 juin 1976

Personne rencontrée

Ing. C. Zamora J., directeur exécutif des études intégrées.

(Note: Les caractéristiques et les activités de l'ONERN ont été exposées dans le compte rendu de la visite du mardi 22 juin)

Cadre général de la visite

Le but de cette visite était d'obtenir des renseignements complémentaires sur certains problèmes liés à la mise en valeur de la Sierra et aussi d'examiner la documentation de la bibliothèque de l'ONERN.

Détails de la visite

La mise en valeur des sols de la Sierra repose, d'après M. Zamora, sur les mesures liées à leur protection. A cet égard, les "Règlements de classification des terres (1975)" sont une mesure importante adoptée par le pays. D'autre part, l'ONERN a précisé la classification des sols du Pérou, grâce à son équipe et à la collaboration du Ministère de l'Agriculture et des spécialistes des universités.

Cependant, il existe d'importantes lacunes dans l'information de base disponible sur certaines caractéristiques importantes de la Sierra: par exemple, la cartographie des caractéristiques physiques des sols est peu ou pas développée; l'effet de l'irrigation sur les sols n'est pas étudié, sinon sous l'angle de la qualité de l'eau par le Ministère de la Santé.

On peut ajouter que seulement 40% de la cartographie des sols de la Sierra était réalisée en 1969.

D'après les estimés qui sont faits actuellement, il faut plutôt augmenter la productivité du territoire agricole et en réduire la superficie dans la Sierra: sur 1,700,000 ha., 700,000 devraient retourner au pâturage et à la forêt.

La bibliothèque de l'ONERN possède une collection des principales études réalisées pour la mise en valeur des ressources naturelles du Pérou.

VISITE AU SENAMHI (SERVICIO NACIONAL DE METEOROLOGIA E HIDROLOGIA)

Le mercredi 23 juin 1976

Personnes rencontrées

Colonel J. Lumbreras

Commandant J. Del Mar

Docteur V. Ponce (Météorologie)

L. Brea (Hydrologie)

F. Morales (Statistiques, informatique)

C. Pareja (chef du centre régional de LIMAL)

Nous n'avons pu rencontrer le directeur général du SENAMHI ainsi que le directeur des opérations techniques, Major J. Ames R., absents lors de notre visite.

Caractéristiques de l'organisme

Le SENAMHI est un organisme gouvernemental relevant des forces armées. Cet organisme a pour but de collecter l'ensemble des données hydrologiques et météorologiques pour le Pérou et de les rendre accessibles aux utilisateurs. Ces données sont acquises par les treize (13) centres régionaux situés dans les 13 zones agraires. Signalons l'existence d'autres organismes qui dans certaines régions collectent également des données. En hydrologie, 50% des données sont prises par des organismes autres que le SENAMHI alors qu'en ce qui concerne les données météorologiques, elles sont à 95% prises par le SENAMHI.

Types d'activités du SENAMHI

Les principaux services techniques du SENAMHI sont:

- direction d'Agrométéorologie;
- direction d'Hydrologie;
- direction des opérations techniques;
- service d'informatique.

En plus des services précédents centralisés à Lima, il y a une agence du SENAMHI dans chacune des 13 zones agraires, qui collecte les données de base et les transmet au service central où elles sont informatisées.

Un des objectifs du SENAMHI est de fournir des annuaires de données. Il semble de plus que certaines études mineures d'hydrométéorologie classique ont déjà été effectuées sur quelques bassins.

Cadre général de la visite

Notre visite avait pour buts principaux:

- d'identifier les données hydrologiques et météorologiques actuellement disponibles au SENAMHI et en particulier les caractéristiques générales du réseau (nombre de stations, durée d'enregistrement, fréquence de mesure, ...);
- d'évaluer le processus d'acquisition, de traitement et de mise sous forme de banques de données;
- de discuter de la qualité et de la validité des données recueillies (précision, représentativité);
- de connaître le type de matériel utilisé pour l'acquisition des données et les coûts d'opération impliqués;
- de mieux connaître le rôle précis du SENAMHI ainsi que son fonctionnement;
- d'évaluer l'intérêt du SENAMHI à collaborer au projet et le support que l'on peut en attendre.

Détails de la visite

Cette visite s'est déroulée en deux (2) parties:

- a) une présentation générale où assistaient tous les membres de la mission;
- b) une présentation technique à laquelle n'assistait qu'une partie du groupe.

- a) Au cours de la présentation générale, nous avons été informés du fonctionnement général du SENAMHI, de ses objectifs et de la planification des activités de ses différents services.

On nous a mentionné parmi les objectifs du service hydrologique, l'élaboration d'un atlas hydrologique qui a débutée depuis 2 ans.

En ce qui concerne certaines études hydrométéorologiques classiques et sommaires que nous avons pu examiner dans le cas du Rio Chicana (ajustement de loi, rectangle équivalent, relation précipitation-écoulement mensuel), il est prévu de les étendre à d'autres bassins de la côte au cours de la prochaine année et de La Sierra au cours des 4 prochaines années.

On nous a également présenté le processus d'informatisation des données centralisées au SENAMHI, ainsi que les différentes manipulations effectuées sur les données brutes.

- b) Au cours de la présentation technique, les points particuliers suivants ont été examinés:

- paramètres météorologiques mesurés: température sèche et humide, précipitations, évaporation, ensoleillement, vent et nébulosité;

- paramètres hydrologiques: mesure de niveau x et mesure de vitesse au moulinet;
- position des stations de mesure (sections critiques), calibration, fréquence de mesure;
- problèmes particuliers du pays, accessibilité aux stations, transport solide en rivière, érosion.

Au cours de ces discussions, nous avons pu constater divers points importants dans le cadre du projet, citons en particulier:

- l'absence actuelle de tableaux synthétisant les caractéristiques des stations (position, fréquence, durée d'enregistrement, type de station, type de mesure,...);
- l'inexistence d'un système adéquat de contrôle de qualité des données, ce qui nous semble critique en raison de la formation souvent insuffisante des observateurs sur le terrain, qui nous a été soulignée;
- l'existence de données prises par l'INIE dans le cas du Mantaro;
- la standardisation du type d'appareil utilisé pour les mesures non seulement au SENAMHI mais également avec les autres organismes impliqués dans la collecte des données;
- le support informatique disponible directement au SENAMHI (Burroughs 3500) ou par l'intermédiaire du SENAMHI soit au ministère de la Marine (Burroughs 6700) ou de Pesca-Pérou (IBM 370-135).

RENCONTRES AVEC M. A. VALVERDE DE L'INIE

Le mercredi 23 juin à Lima et le samedi 26 juin à Huancayo

Personne rencontrée

M. A. Valverde: Ingénieur en chef de l'INIE (Instituto de investigaciones energeticas y servicios de ingenieria electrica) pour la Corporation du Mantaro. Service d'Hydrologie. L'INIE relève du ministère de l'Energie.

Caractéristiques et types d'activités du service d'Hydrologie de la Corporation du Mantaro

Le service d'Hydrologie de la Corporation du Mantaro a pour rôle de gérer le réseau hydrométéorologique du Mantaro et d'acquérir les données météorologiques, pluviométriques, hydrométriques et de transport solide. Ces données sont regroupées dans des annuaires et centralisées à l'INIE à Lima. Ce service est complètement indépendant du SENAMHI auquel il transmet cependant les annuaires de données.

Cadre général des rencontres

Au cours de la première rencontre à Lima, nous avons pour buts principaux:

- d'identifier les caractéristiques générales du réseau hydrométéorologique du Mantaro, bassin susceptible de jouer un rôle important dans le projet;
- d'évaluer le processus d'acquisition et de traitement des données;
- de discuter de la qualité et de la validité des données recueillies;
- de s'informer sur le type de matériel utilisé;

- d'identifier les interrelations entre l'INIE et le SENAMHI;
- d'évaluer l'intérêt de l'INIE à collaborer au projet et le support que l'on peut en attendre.

Au cours de la deuxième rencontre qui a eu lieu à Huancayo, lors de notre visite du bassin du Mantaro, nous avons essentiellement:

- examiné les documents disponibles au bureau local de l'INIE;
- discuté des problèmes spécifiques du bassin du Mantaro.

Détails des rencontres

Au cours de la première rencontre, nous avons obtenu l'information désirée sur les points suivants:

- le réseau de données hydrométéorologiques du Mantaro est entièrement planifié et géré par la Corporation du Mantaro. Ce réseau comprend:
 - . 9 stations météorologiques où l'on mesure 7 paramètres (précipitation, évaporation, radiation, température, humidité, ensoleillement et vent);
 - . 26 stations hydrométriques (14 d'entre elles sont à échelle limnimétrique et les 12 autres sont équipées de limnigraphes);
 - . quelques stations de mesure de transport solide en amont des ouvrages;
- les stations sont opérées pour la plupart depuis 1962 et sont rassemblées dans des annuaires jusqu'à l'année 1971;

- l'équipe de collecte de données comprend 35 observateurs sur place et 22 inspecteurs qui circulent à travers le territoire et contrôlent les stations environ toutes les 2 semaines et effectuent les calibrations nécessaires en raison de la mobilité du lit des rivières et du besoin de vérifier les courbes de tarage;
- les séries de données sont en général complètes en raison du contrôle permanent effectué par les inspecteurs. Un premier traitement visant à éliminer les erreurs grossières et calculer les principales caractéristiques statistiques est effectué au bureau de l'INIE Huancayo. Les données sont ensuite centralisées à Lima au bureau chef de l'INIE et informatisées depuis 1975 à l'aide du système informatique de PETROPERU;
- les appareils utilisés sont standardisés (FUESSH et MANBRECH) et peuvent être livrés à Lima dans un délai de 3 à 6 mois, à partir de l'autorisation de dépenser à l'extérieur du pays. Ce délai peut être prolongé à 1 an pour les organismes péruviens en raison des difficultés pour débloquer les crédits;
- l'INIE est pratiquement le seul organisme qui collecte des données dans la région du Mantaro; en effet, les quelques stations du SENAMHI ne semblent exister que sur le papier et CENTROMIN ne prend des données que dans la région haute du bassin où sont situées les zones minières;
- M. Valverde s'est montré très intéressé à collaborer dans le cadre d'un projet concernant tant l'amélioration de la formation du personnel technique que la rationalisation du réseau d'observation.

Au cours de la seconde rencontre, qui s'est déroulée au bureau de l'INIE à Huancayo, nous avons examiné les documents et les travaux effectués sur place par la Corporation du Mantaro, tels que plans

d'installations des stations hydrométriques, feuilles de relevés bruts et corrigés, cartes synoptiques des isohiètes, annuaires.

Nous avons longuement discuté de l'importance de l'érosion et des glissements de terrain sur l'ensemble du territoire. Nous avons en particulier examiné l'abondante documentation concernant le glissement catastrophique de Huacoto en aval du barrage de Tablachaca. Signalons, le lendemain de notre retour du Mantaro, de nouvelles fissures laissant présager un nouveau glissement important.

VISITE AU BUREAU GENERAL DU CADASTRE RURAL
(OFICINA GENERAL DE CATASTRO RURAL, MINISTERIO DE AGRICULTURA)

Le mardi 22 juin 1976

Personne rencontrée

Ing. Ciro Jeanneau, directeur général

Caractéristiques de l'organisme

Le Bureau général du cadastre rural a été créé en 1969 afin d'appuyer la réforme agraire qui portait sur les surfaces supérieures à 50 hectares.

Il a donc la mission de fournir l'information cadastrale nécessaire à la réalisation des études et des activités touchant à la transformation de la structure de tenure du sol, à la distribution des eaux d'irrigation, au recouvrement des tarifs correspondants, à la fixation de la taxe foncière et à la statistique agraire du pays. De plus, il établit les normes et les spécifications techniques du cadastre rural, il fait les levés cadastraux du pays, dresse et maintient à jour l'inventaire de l'immobilier des régions agricoles, effectue la délimitation des domaines ruraux et maintient la banque des données cadastrales.

Le Bureau collabore avec, ou obtient l'assistance de l'Institut Géographique Militaire dans le levé des cartes topographiques, ainsi que de l'ONERN.

Types d'activités du Bureau

Les activités du Bureau sont facilitées par l'existence de bureaux régionaux dans chacune des 13 zones agraires du pays, dirigés

chacun par un ingénieur et supportés par environ 200 personnes. Le Bureau central de Lima regroupe quelques 100 personnes, dont 8 ingénieurs. L'ampleur du personnel est justifiée par la nécessité de mettre à jour annuellement l'occupation et l'affectation du sol agricole du territoire péruvien, de maintenir le registre des propriétaires et des cultures, et par la fabrication de cartes topographiques et plans cadastraux à différentes échelles.

Cadre général de la visite

Le but visé par la visite était:

- chercher à connaître la nature et la qualité des informations cadastrales péruviennes qui pourraient être utiles au projet;
- connaître la qualité et les types de cartes produites par le Bureau et nécessaire à l'aménagement intégré;
- vérifier l'intérêt du projet pour le Bureau et aussi la disponibilité de sa collaboration pour le projet.

Détails de la visite

L'ingénieur Jeanneau, après avoir exposé le cadre de l'organisme qu'il dirige, nous a fait visiter les services dont il dispose et nous en a explicité le fonctionnement et l'équipement.

L'organisation du Bureau permet, en s'appuyant sur les bureaux régionaux, la réalisation de cartes d'échelles diverses, dans le cadre du programme national au 1:25,000ième, mais aussi au 1:10,000ième et au 1:5,000ième pour certaines régions ou des projets particuliers.

Le Bureau possède la couverture photogrammétrique complète du pays qu'il utilise pour la production de ses plans et levés.

En plus des cartes topographiques et cadastrales, le Bureau délimite aussi les bassins hydrographiques et, avec la collaboration de spécialistes de l'Université agraire de la Molina, a réalisé la carte écologique et forestière du territoire.

La prise de photographies aériennes est faite par le Service de photographies aériennes national. Le Bureau utilise aussi les documents produits par les services aériens des U.S.A. et l'imagerie de satellites.

VISITE A LA COMPAGNIE BINNIE and PARTNERS

Le lier juillet 1976

L'étude de plusieurs volumes du rapport que la compagnie BINNIE and partners a effectué dans le cadre de la coopération du Royaume-Uni avec le Pérou, nous a incité à rencontrer le gérant de cette compagnie à Lima.

Au cours de cette réunion avec M. D. Green et M. H. Becerra, nous avons discuté du projet d'alimentation en eau du Grand-Lima à partir de l'eau du Mantaro. L'étude préliminaire de cet important projet vient d'être terminée et nous avons pu obtenir une copie du rapport d'étude, encore officieux.

L'étude de ce document nous a donné de précieuses informations concernant les problèmes de quantité et de qualité de l'eau de la rivière Mantaro.

VISITE A LA UNA (UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA)

Le 28 juin 1976

Personne rencontrée

Dr J. Velazco, directeur du département des Ressources en Eau
et en Sol.

Caractéristiques de l'organisme

L'Université Nationale Agraire, située à la Molina, forme des ingénieurs agricoles. Ce programme, axé sur les Ressources eau et sol, la Mécanisation agricole et les Constructions rurales, existe depuis 1961 et a été continuellement amélioré. L'Université participe à plusieurs projets nationaux et d'assistance technique étrangère ou internationale.

Types d'activités de l'Université de la Molina

Les activités de formation du programme de Génie agricole sont assurées par quelques 42 professeurs à temps plein et à temps partiel, dont 18 sont rattachés au département des Ressources en eau et en sol. Ce département forme actuellement 7 étudiants à la maîtrise. Le département effectue cependant peu de recherches, faute de crédits.

Cadre général de la visite

Les buts de la visite étaient:

- d'obtenir des informations sur la formation des ingénieurs agricoles;
- de voir la capacité de collaboration et de support que pourrait apporter l'établissement au projet de la Sierra.

Détails de la visite

Le directeur Velazco, après avoir exposé les activités de l'Université et de son département, nous a fait part dans leurs grandes lignes, des collaborations existantes entre son département et les autres universités d'Amérique latine et du Pérou.

Il nous a signalé le manque de techniciens orientés vers les problèmes de l'eau, techniciens formés dans les Ecoles supérieures.

Une visite des lieux a aussi permis de rencontrer quelques autres professeurs et tous ont souligné leur enthousiasme pour le projet soumis à l'ACDI et leur volonté d'y apporter leur collaboration. Signalons que l'Université a créé un Fonds général pour le financement des recherches des départements. Ses rentrées proviennent d'un prélèvement de 10% sur les contrats et ententes, 6% étant redistribuées aux départements et 4% servant à l'administration. De plus, en ce qui concerne les contrats avec ITINTEC, les modalités sont légèrement différentes.

Depuis ses débuts en 1970, le Fonds a financé 61 projets pour un total de environ \$40,000.00, ce qui est très modeste comme support individuel.

Le département débute des recherches sur l'arrosage dans le cadre de projets importants: Majes (60,000 ha) et La Joya (15,000 ha), ce dernier avec la collaboration financière d'Israël.

Il a aussi participé à un cours intensif concernant la photographie aérienne et la télédétection appliquées aux problèmes de drainage, d'irrigation et de salinité.

VISITE A L'UNI (Universidad Nacional de Ingenieria)

Le lundi 28 juin

Personnes rencontrées

M. L. Reyes C., secrétaire général de l'Université.

Le Directeur du Département d'Hydraulique.

Dr Ibanez, professeur au Département d'Hydraulique.

Caractéristiques de l'organisme

L'UNI est l'équivalent péruvien de l'Ecole Polytechnique de l'Université de Montréal. Il s'agit d'une importante université (12,000 étudiants) où sont formés des ingénieurs de différentes disciplines: structure, hydraulique, mécanique, physique, systèmes, chimie, mathématiques appliquées, électronique, pétrole.

Les options mécanique et électronique comptent le plus d'étudiants. En hydraulique, seulement 15 spécialistes sont formés par année alors que le marché pourrait en absorber une centaine.

Types d'activités de l'organisme

L'UNI a essentiellement pour vocation la formation d'étudiants au niveau sous-gradué. Il s'effectue assez peu de recherches en raison de contraintes de subventionnement et de la structure salariale de l'Université qui incite les professeurs à effectuer des consultations auprès de compagnies privées, ou à quitter l'Université pour travailler dans d'autres pays d'Amérique du Sud.

Cadre général de la visite

Au cours de nos rencontres, nous avons cherché à:

- nous informer sur le fonctionnement général de l'Université;
- obtenir de plus amples informations sur les activités du département d'hydraulique;

- évaluer l'intérêt et le potentiel de collaboration au projet de l'ACDI en ce qui concerne la formation (contre-partie péruvienne).

Détails de la rencontre

M. Reyes nous a expliqué la réforme mise en oeuvre à l'UNI depuis 1975: l'enseignement est divisé en 12 programmes académiques qui sont dispensés dans des départements académiques ou départements de support.

La recherche est soumise à d'importantes contraintes de financement particulièrement en hydraulique. Dans d'autres domaines, il existe quelques centres de recherche, mais de manière générale, un nombre réduit d'étudiants en thèse sont inscrits à l'Université.

En ce qui concerne les moyens de calculs, l'UNI est assez bien équipée puisqu'elle dispose d'un ordinateur 360-40 (128K Bits de mémoire principale, 3 unités de disques 2311 et 3 unités de disques 2319). Cet ordinateur peut être utilisé dans le cadre d'une entente avec l'UNI.

Au cours de notre visite au département d'hydraulique, nous avons pu obtenir toute l'information sur les cours qui y sont dispensés. Signalons en particulier les cours d'Hydrologie de transport solide, d'Eaux souterraines et d'Economie des ressources, pertinents au projet de l'ACDI. Une vingtaine de professeurs à temps plein ou partiel forment le corps professoral.

La structure générale de la formation comprend un cours général et une spécialisation en 4e année (par exemple, hydraulique et seconde spécialisation en hydrologie).

En ce qui concerne les rapports avec d'autres pays, ils ont trait à l'aspect formation et existent avec l'Argentine, le Chili et l'Italie par l'intermédiaire de l'IILA (Institut Italien Latino-Américain).

Une coopération existe entre le département et des organismes privés (détachement de professeurs) ou des organismes publics tels que le SENAMHI.